

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
**Hornicko-geologická fakulta**  
**Institut geoinformatiky**

**ZPRACOVÁNÍ DAT Z MODELOVÁNÍ HLUKU**  
**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Autor:**

**Bc. Petr Blahník**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Kateřina Růžičková, Ph.D.**

**Ostrava 2016**

# Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Blahník**

Studijní program: N3654 Geodézie, kartografie a geoinformatika

Studijní obor: 3608T002 Geoinformatika

Téma: Tvorba nástroje pro zpracování dat z modelování hluku  
Tool Creation for Processing Output Data from Noise Modelling

Jazyk vypracování: čeština

## Zásady pro vypracování:

1. Rešerše analýz a postupů zpracování dat, které se provádí s výsledky modelování hluku.
2. Výběr analýz, které zadavatel práce (EKOLA group, spol. s.r.o) nejčastěji využívá.
3. Návrh nástroje pro automatizované zpracování vybraných analýz.
4. Implementace navrženého nástroje.

## Rozsah grafických prací:

dle potřeby

## Rozsah původní zprávy:

50 - 70 normostran textu


## Seznam doporučené odborné literatury:

Bernard, M., Doucha P. Právní ochrana před hlukem. Linde Praha. 2008, 197 s. ISBN 978-80-7201-736-2.  
Liberko M. Předpisy EU pro hluk ve venkovním prostředí. Informační centrum ČKAIT, Praha. 2003, 13 s.  
Maguire, D. J., Batty, M., Goodchild, M. F. GIS, spatial analysis, and modeling. ESRI Press, Redlands. 2005, 480 s. ISBN 1-58948-130-5.  
Legislativní dokumenty a dostupné metodiky týkající se posuzování a vyhodnocování a hlučnosti.  
Nápověda programu ArcGIS 10.2.

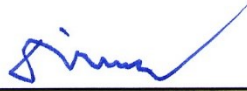
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Růžicková, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015  
Datum odevzdání: 29.04.2016

  
Ing. Igor Ivan, Ph.D.  
vedoucí institutu



  
Prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
děkan fakulty

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Celou diplomovou práci, včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 29. dubna 2016

Petr Blahník

## **ANOTACE**

Tato diplomová práce se zabývá tématem zpracování dat z modelování hluku pomocí platformy ArcGIS. Hlavním výstupem této práce je komplexní balík Python nástrojů pro ArcGIS for Desktop. Tyto nástroje analyzují výstupní data z modelovacího software CadnaA a dle uživatelem definovaných parametrů vytvářejí komplexní mapové a tabelární výstupy. Ty mají jednotnou formu a především jednotný postup zpracování hlukových analýz. Teoretická část práce je věnována přehledu analýz v oblasti hlukového mapování. Výběr analýz byl proveden dle aktuálních potřeb společnosti EKOLA group, spol. s r.o.

Klíčová slova: GIS, hluk, analýzy, mapy, python, nástroj, balík nástrojů

## **ANOTATION**

This thesis deals with data processing from noise modelling using the ArcGIS platform. The main outcome of this work is Python Toolbox for ArcGIS Desktop. These tools analyse data output from noise modelling software CadnaA. According to user-defined parameters it creates a comprehensive digital maps and tabular outputs. These outputs have consistent style and the repeated noise analysis are unified. The theoretical part is devoted to a review of analyses of noise and noise mapping. Range of selected analysis was performed according to the current needs of company EKOLA group, spol. s.r.o.

Keywords: GIS, noise, analysis, maps, python, tool, toolbox



## OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 HLUK A HLUKOVÉ MAPOVÁNÍ.....</b>	<b>2</b>
2.1 Hluk.....	2
2.2 Hlukové mapování .....	4
2.2.1 Typy možných hlukových map.....	5
2.3 Zákon č. 258/2000 Sb. – Zákon o ochraně veřejného zdraví.....	12
2.3.1 Výtah z nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ....	12
2.3.2 Hygienické limity – přehled .....	14
<b>3 PŘEHLED VYBRANÝCH ANALÝZ V OBLASTI HLUKOVÉHO MAPOVÁNÍ – MOŽNÉ PŘÍSTUPY ŘEŠENÍ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Strategické hlukové mapování.....	15
3.1.1 Strategické hlukové mapy .....	16
3.1.2 Akční plány protihlukových opatření (AP).....	17
3.2 Řešení staré hlukové zátěže .....	27
3.3 Rozřazení budov a ploch do hlukových pásem .....	29
3.4 Nadlimitně ovlivněná území a budovy .....	31
<b>4 PYTHON A ARCPY .....</b>	<b>33</b>
4.1 Python .....	33
4.2 Modul <i>arcpy</i> a Python Toolbox .....	33
<b>5 TVORBA NÁSTROJŮ PRO VYBRANÉ ÚLOHY .....</b>	<b>36</b>
5.1 Vybrané GIS analýzy pro zpracování dat z hlukového mapování.....	37
5.2 Technické řešení.....	38
5.2.1 Použitý software.....	38
5.2.2 Programovací jazyk.....	39
5.2.3 Uživatelské prostředí .....	39
5.2.4 Použitá data.....	41
5.2.5 Metadata.....	41

5.3 Implementace jednotlivých analytických nástrojů.....	42
5.3.1 Akční plány protihlukových opatření pro silnice.....	44
5.3.2 Stará hluková zátěž II. etapa.....	51
5.3.3 Územní plánování .....	59
5.3.4 Obecné mapy hlukových pásem.....	74
5.4 Zhodnocení.....	80
<b>6 ZÁVĚR.....</b>	<b>81</b>
<b>SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ A DAT .....</b>	<b>82</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ .....</b>	<b>86</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>90</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>91</b>

## 1 ÚVOD

Tématem této diplomové práce je zpracování dat z modelování hluku v prostředí geoinformačních systémů (GIS). Práce vychází z aktuálních potřeb společnosti EKOLA group, spol. s r.o., která zpracovává projekty v oblasti hlukového mapování, a ve které jsem zaměstnán na pozici analytik GIS.

Teoretická část se věnuje problematice hluku a hlukovému mapování obecně. Dále je uveden přehled vybraných analýz v oblasti hlukového mapování a možností jejich zpracování. V další části se práce zabývá programovacím jazykem Python a modulem arcpy, pomocí nichž je možné vytvářet uživatelské nástroje v prostředí ArcGIS.

Hlavním cílem této práce je navržení a vytvoření komplexního balíku nástrojů pro automatizované zpracování hlukových analýz a jejich vizualizaci pro platformu ESRI ArcGIS. Tyto nástroje analyzují data z modelovacího software Datakustik CadnaA a dle uživatelem definovaných parametrů vytvářejí komplexní mapové a tabelární výstupy. Výstupy mají jednotnou formu a především jednotný postup zpracování hlukových analýz. Výběr úloh pro tvorbu nástrojů byl proveden s ohledem na nejčastěji a opakovaně prováděné analýzy v projektech hlukového mapování. Při vytváření nástrojů byl kladen důraz na snadnou rozšiřitelnost nástrojů o případné další funkce.

Pro vývoj a testování nástrojů byla použita data společnosti EKOLA group, spol. s r.o. Jednalo se o průřezová data různých typů zakázek hlukového mapování, které tato společnost zpracovávala a zpracovává [1].

Výstupy z této práce by měly nalézt uplatnění v oblastech hlukového mapování a měly by zjednodušit, zpřehlednit a zautomatizovat práci s výsledky hlukového modelování.

## 2 HLUK A HLUKOVÉ MAPOVÁNÍ

### 2.1 Hluk

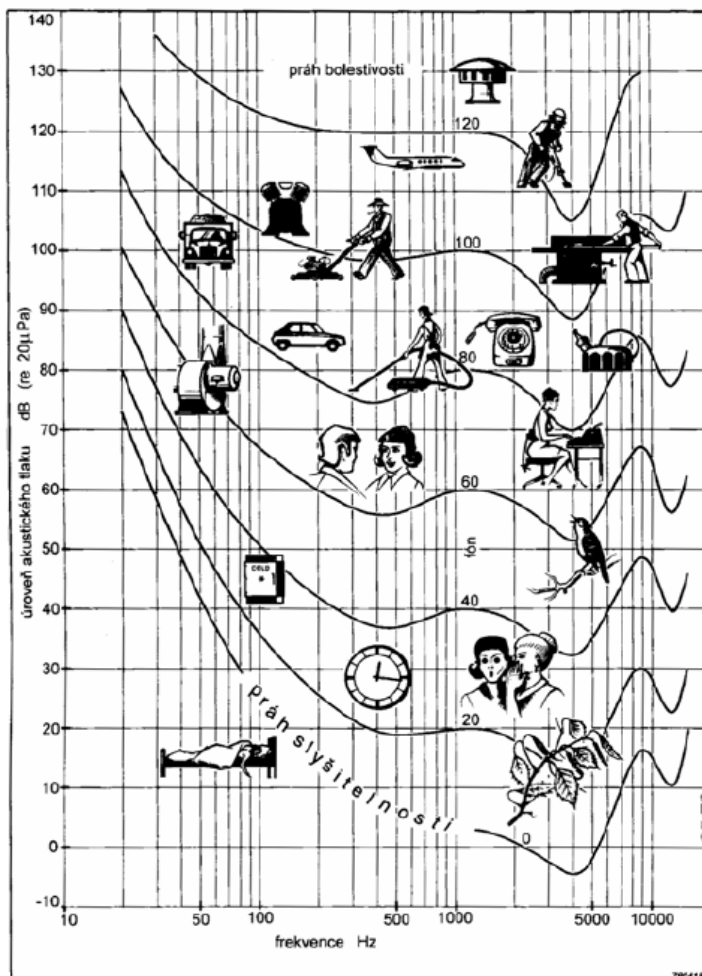
Za hluk se dá považovat každý zvuk, který svou intenzitou nepříznivě ovlivňuje pohodu člověka nežádoucími, nepříjemnými nebo škodlivými účinky. Hluk nelze přesněji fyzikálně definovat, neboť velmi záleží na vztahu člověka k danému zvuku. Pro někoho může být tento zvuk hlukem, ale pro jiného zas bude důležitým zdrojem informací. V řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí zaujímá nadměrný hluk stále důležitější místo. V programech ochrany prostředí, které realizují vyspělé státy světa, se hluk řadí zpravidla hned za znečištění ovzduší a ochranu povrchových vod.

Jednou z nejzávažnějších vlastností zvuku a hluku je, že se šíří na poměrně velké vzdálenosti (stovky metrů i více). Stejně dobře se přitom šíří vzduchem i vodou nebo pevnou hmotou, např. konstrukcí budovy. Za určitých podmínek se může akustické vlnění odrážet, lomit a ohýbat [2].

Lékařské i statistické studie dokazují, že hluk má nepříznivý vliv na lidské zdraví. Dlouhodobé vystavování nadměrnému hluku způsobuje hypertenzi, poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu, chronickou únavu a nespavost. Výskyt civilizačních chorob přímo vzrůstá s hlučností daného prostředí. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v dnešní době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je většinou nevratné [3].

Základem určujícím účinek hluku je jeho intenzita. Pro hodnocení hlukové expozice se používá ekvivalentní hladina akustického tlaku korigovaná filtrem A, jehož útlumová charakteristika přibližně odpovídá citlivosti zdravého lidského orgánu [2]. Pro různá zvuková prostředí jsou známy průměrné hodnoty hladin akustického tlaku. Tyto hladiny bývají často překračovány a škodí tak lidskému zdraví. Obr. 1 znázorňuje, jak lidské ucho vnímá, při stejném akustickém tlaku, odlišně různé frekvence zvuku [4].

Obr. 1 Křivky hladin stejné hlasitosti [4]



Na Obr. 1 jsou na svislé ose vyneseny hladiny intenzity zvuku tak, jak ji měří příslušné přístroje, zatímco čísla uvedená u každé křivky určují hladinu intenzity, kterou vnímá lidské ucho. Z grafu je vidět, jak závisí vnímání zvuku lidským uchem na frekvenci zvuku. Nejcitlivěji vnímá člověk zvuk při frekvenci, která je blízká 5000 Hz [5].

Většina lidí považuje hodnoty okolo 20 dB již za hluboké ticho. Hladinu 30 dB hodnotí lidé jako příjemné ticho (proto např. pro lety do vesmíru bylo nutno kosmonautům v kabině vytvořit uměle vhodnou zvukovou kulisu). Od 65 dB výše se začínají projevovat nepříznivé účinky hluku zejména změnami vegetativních reakcí. Při trvalém pobytu v prostředí, kde hladiny akustického tlaku A přesahují 85 dB, již vznikají trvalé poruchy sluchu. Současně se ve větší míře projevují účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu. Při 130 dB se obvykle účinky hluku mění na bolesti ve sluchovém orgánu. Při hladinách cca 160 dB dochází k protržení bubínku [2].



## 2.2 Hlukové mapování

Hlukové mapování je důležitou součástí ochrany zdraví obyvatelstva před nepříznivými účinky hluku. Jedná se o proces výpočtu akustické situace v okolí hlavních významných zdrojů hluku za pomoci specializovaného výpočetního software [6]. Modelování venkovního hluku v současnosti umožňuje větší množství komerčních programových prostředků. Mezi nejrozšířenější u nás i v Evropě patří LimA, CadnaA, Soundplan, IMMI, Mithra Preditkor nebo třeba český program Hluk+ [7]. K modelování hluku je též možné využít Open source řešení [7]. Společnost EKOLA group, spol. s r.o. využívá software (SW) CadnaA od firmy Datakustik, aktuálně ve verzi 4.6 [9].

V České republice je hlukové mapování legislativně zakotveno v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [10] o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V tomto nařízení jsou pevně stanoveny hlukové limity včetně korekcí pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru, viz kap. 2.3. Základní hlukový limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A je v denní době 50 dB. K němu je nutné připočíst dané korekce na typ chráněného prostoru a zdroje hluku (dálnice, komunikace I. či II. tříd, železnice, atd.).

Ve všech zemích Evropské unie probíhá strategické hlukové mapování na základě směrnice 2002/49/ES (Environmental Noise Directive – END) [11]. Tato směrnice se vztahuje na hluk ve venkovním prostředí, kterému jsou vystaveni lidé zejména v zastavěných oblastech, ve veřejných parcích nebo v tichých oblastech aglomerací, v tichých oblastech ve volné krajině, v blízkosti škol, nemocnic a jiných citlivých budov nebo oblastí. Cílem směrnice je na základě stanovených priorit definovat společný přístup k vyvarování se, prevenci nebo omezení škodlivých či obtěžujících účinků hluku ve venkovním prostředí. Za tímto účelem se postupně provádí následující opatření:

- určení míry expozice hluku ve venkovním prostředí prostřednictvím strategického hlukového mapování (SHM) s využitím metod hodnocení společných pro všechny členské státy;
- zpřístupnění informací o hluku ve venkovním prostředí a jeho účincích na veřejnost;
- na základě výsledků hlukového mapování přijetí akčních plánů členskými státy s cílem prevence a snižování hluku ve venkovním prostředí.

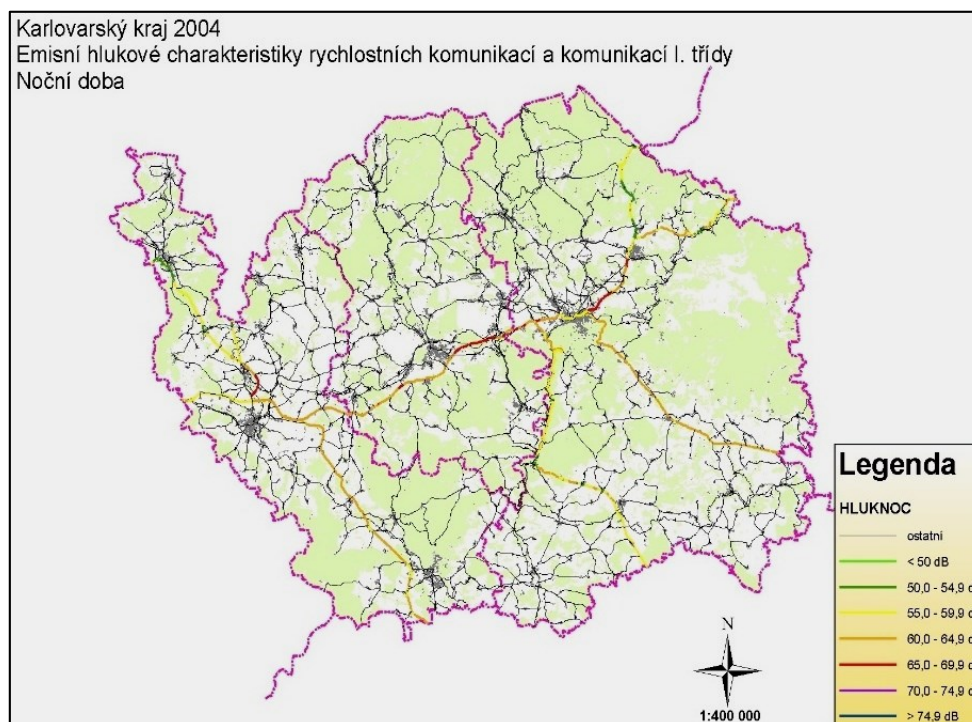
### 2.2.1 Typy možných hlukových map

Protože zatím není možné zpracovat univerzální hlukovou mapu, která by dávala potřebné informace o všem, musí proto typu získávaných informací o hluku odpovídat i typ zpracovávaných hlukových map. V současnosti lze tedy mapy rozlišit na klasické a speciální [12], [13]. V následujících odstavcích jsou tyto typy map stručně popsány včetně grafických ukázek. Některé ukázky reprezentují grafické výstupy z modelování hluku, tzn., že se nejedná o kompletní mapy se všemi náležitostmi, které jsou u map z kartografického hlediska nezbytné (měřítko, legenda, tiráž, atd.).

#### A. Klasické – Emisní mapa

Emisní hluková mapa podává základní informaci např. o dopravním hluku ze sledovaných komunikací či železničních tratí, a to v definované referenční vzdálenosti od osy komunikace, železniční či tramvajové trati. Mapa také může informovat o akustickém výkonu daného úseku komunikace, tramvajové, či železniční trati v závislosti na použité výpočtové metodice, a tedy na výstupních hodnotách z emisní části výpočtového modelu. Výstupem většinou bývá barevná stopa komunikace či železniční trati v barevně odstupňované škále zpravidla v základním rozlišení 5 dB, anebo se dříve vyjadřovala hladina akustického tlaku různou tloušťkou čáry. Tyto výstupy podávají základní informaci o změnách hluku vlivem změn v intenzitách dopravy.

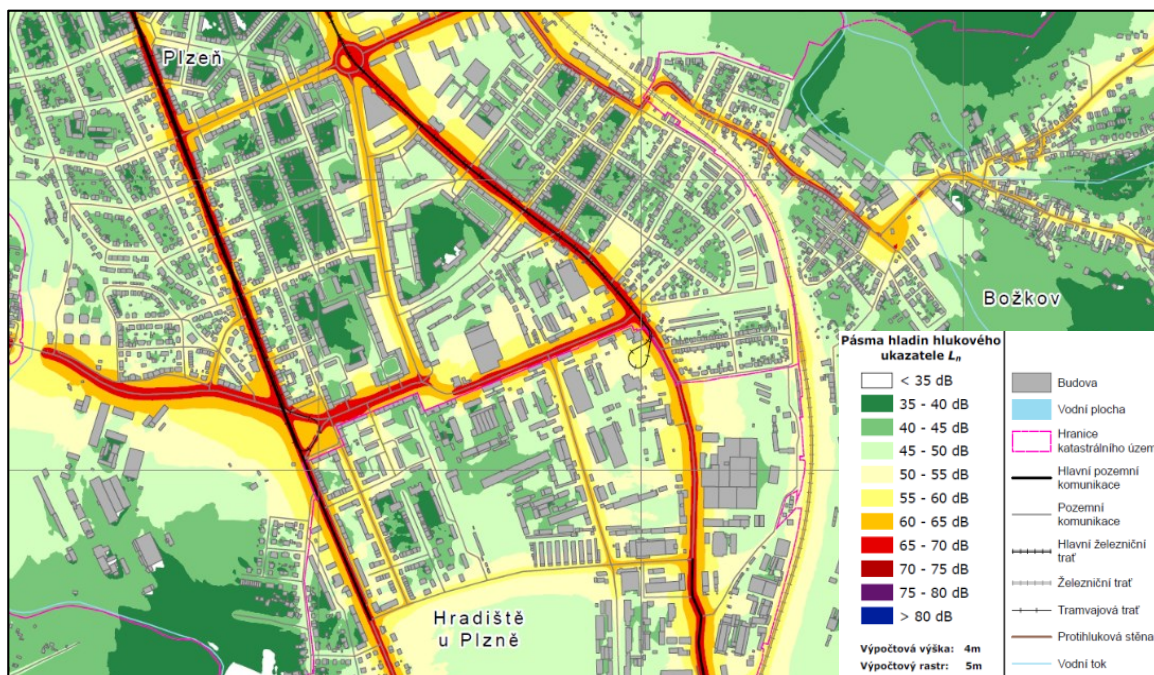
Obr. 2 Ukázka emisní hlukové mapy [1]



## Horizontální pásmová plošná

Horizontální pásmová plošná hluková mapa (Obr. 3) je základním zobrazením plošného zasažení území hlukem. Její využití je především pro územní plánování a strategické hlukové mapování. Porovnáním těchto typů map v různých variantách (např. při změně intenzity dopravy) lze již velmi obtížně rozeznat případné změny. Ty jsou závislé především na rozsahu území a měřítku, v jakém je tato mapa vyhotovena. Pro jednodušší porovnání variantních stavů slouží rozdílové mapy. Orientace v těchto mapách však již vyžaduje jistou dávku odborných znalostí. Základní barevná škála pásmového zobrazení není pevně definovaná, ale zavedenou zásadou je barevná škála od světlých zelených barev (nejnižší hodnoty) přes žluté odstíny a červené odstíny až po tmavé barvy (nejvyšší hodnoty). Vzhledem k tomu, že se jedná o 2D zobrazení, je vždy třeba definovat v jaké výšce nad terénem je plošné zobrazení vypočítáno.

Obr. 3 Výřez ze SHM aglomerace Plzeň - horizontální plošná hluková mapa [14]



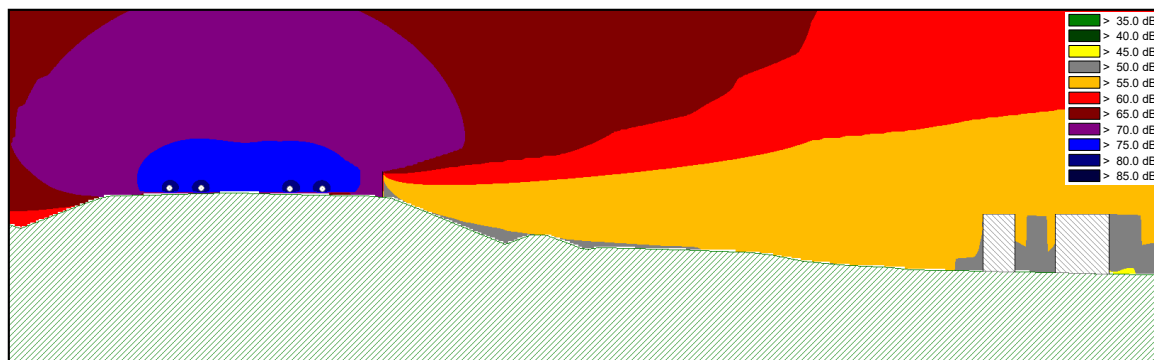
## Vertikální pásmová plošná

Vertikální pásmová plošná hluková mapa je základním zobrazením plošného zasažení. Využívá se spíše jen pro detailní šíření akustické situace, např. při řezu územím (viz Obr. 4). Z této hlukové mapy je patrné vertikální šíření akustické energie, např. za překážkou, či protihlukovou clonou, pod mostem apod. Její využití je především při detailním řešení konkrétního profilu či pro ukázkou, jakým způsobem se chová akustická energie při vložení překážky do cesty jejího šíření. Její výstupy jsou zpravidla opět v 5 dB škále barev. Orientace v těchto mapách opět vyžaduje jistou dávku odborných znalostí. Základní barevná škála pásmového zobrazení není pevně



definovaná, ale je možné se řídit obdobně jako u horizontální pásmové plošné hlukové mapy. Vzhledem k tomu, že se jedná o 2D zobrazení, je vždy třeba definovat přesně, kde je tento řez v modelové situaci proveden. Tuto hlukovou mapu lze kombinovat i s horizontální.

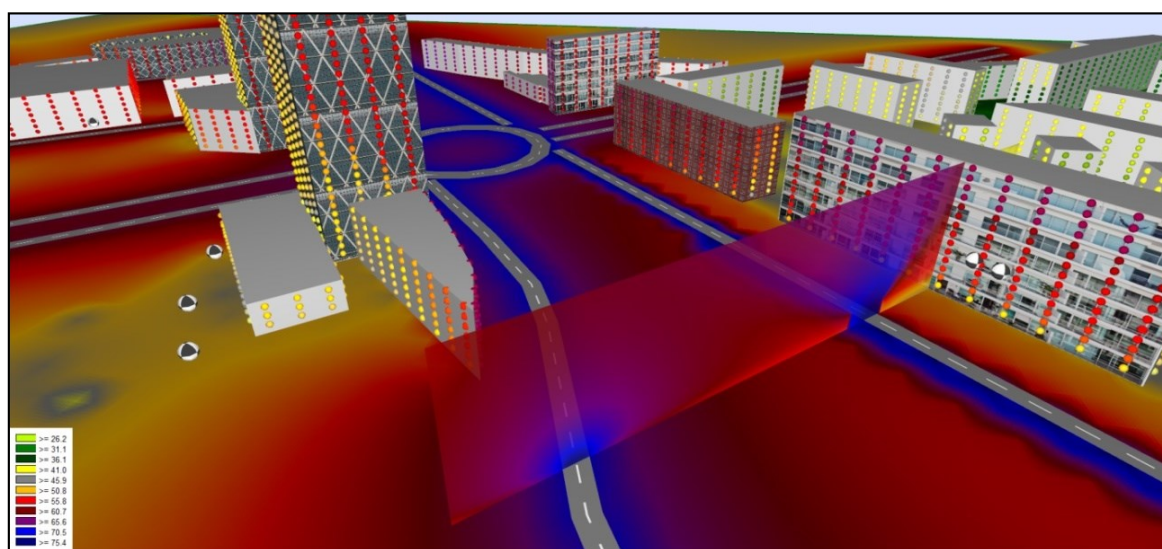
**Obr. 4 Ukázka možného výstupu ze SW CadnaA - vertikální plošná hluková mapa [1]**



### Vertikální fasádní (plošná/bodová)

Vertikální fasádní hluková mapa je cílené definování akustické situace před konkrétními fasádami jednotlivých objektů v území. Krok výpočtových bodů lze nastavit dle potřeby. Výpočtové body, např. 2 m před fasádami, jsou barevně škálovány v základní 5 dB stupnici, obdobně jako plošné mapy. Lze je zobrazit buď plošným probarvením jednotlivých fasád řešených objektů v závislosti na výšce objektu, anebo rastrem bodů na fasádě, viz Obr. 5. Tím je možné např. zjistit konkrétní hodnoty hladiny akustického tlaku A prakticky před každým oknem objektu. Vizualizované body lze nejen rozlišit barevně v pěti decibelové stupnici, ale i v semaforovém zobrazení, či dokonce velikostí bodů. Tzn., že např. bod, ve kterém je překročena nastavená hladina např. limitní, bude 2x větší než ty ostatní.

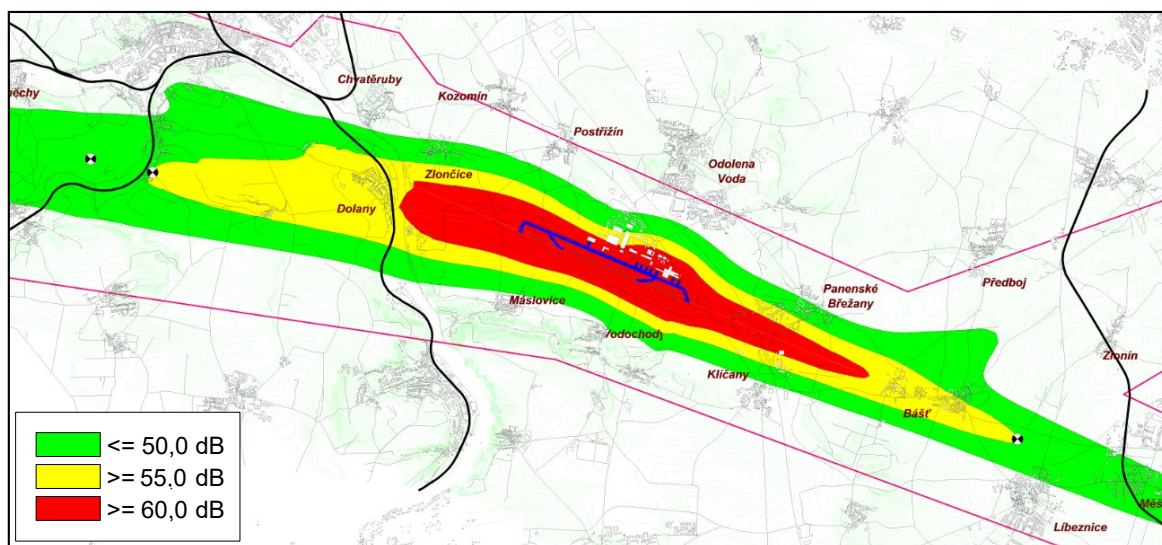
**Obr. 5 Kombinace plošné, vertikální a bodové hlukové mapy [15]**



## Semaforová plošná

Právě z důvodu horší orientace v plošných hlukových mapách navrhl jeden z předních urbanistických akustiků v ČR – Miloš Liberko speciálně pro rozhodování neodborníků plošnou hlukovou mapu v tzv. „Semaforovém zobrazení“. Poprvé ji bylo použito na hlukové mapě sídliště Ďáblice v Praze 8 v roce 1998 [12]. V takovéto hlukové mapě jsou použity pouze 3 barvy. Nastavení dělících hranic záleží opět na účelu využití informací z této hlukové mapy. V následujícím obrázku (Obr. 6) jsou hranice nastaveny podle limitní hodnoty  $L_{Aeq,T} = 60$  dB.

Obr. 6 Ukázka výřezu situace z CadnaA - semaforová plošná hluková mapa [1]

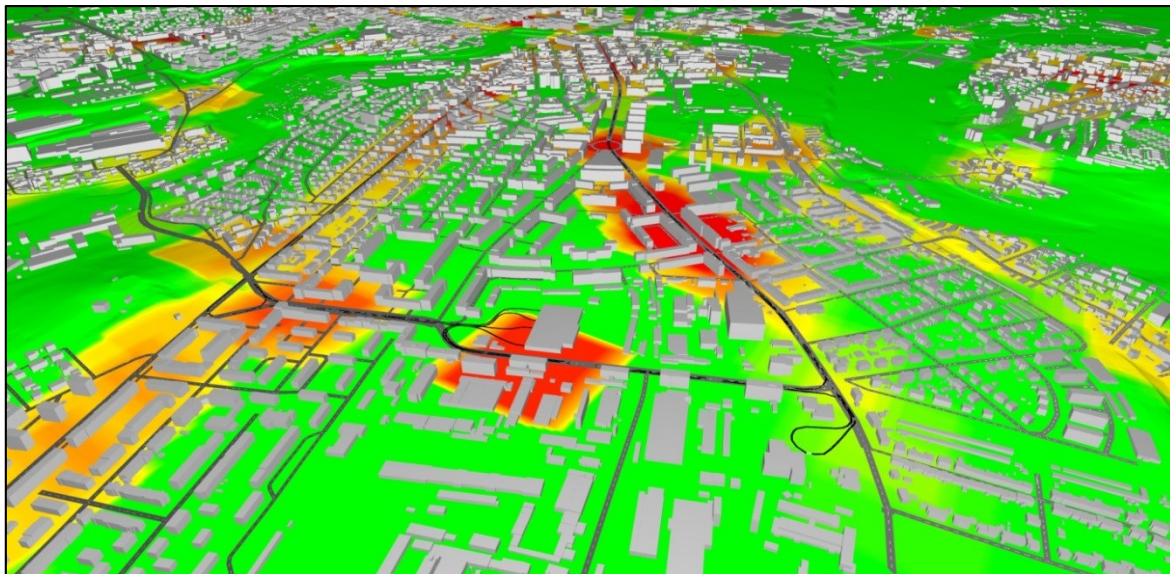


## Konfliktní

Konfliktní mapa již ze svého názvu vystihuje svou podstatu. Na takovéto hlukové mapě jsou zobrazena místa, resp. zasažené plochy, které jsou např. v konfliktu s nadlimitní hodnotou hluku. Dalším takovým využitím může být zobrazení průniku citlivých ploch, např. lázeňských území s nastavenou hodnotou hlukového zatížení. Konfliktní mapou bývá i vizualizace tzv. „hot spots“ – kritických míst v rámci řešení akčních hlukových plánů dle směrnice 49/2002/EC, kde se provádí analýza průniku ploch s výskytem hluku nad mezními hodnotami, dotčené plochy a hustoty obyvatel na této ploše.



Obr. 7 Výstup ze SW CadnaA - konfliktní hluková mapa [1]

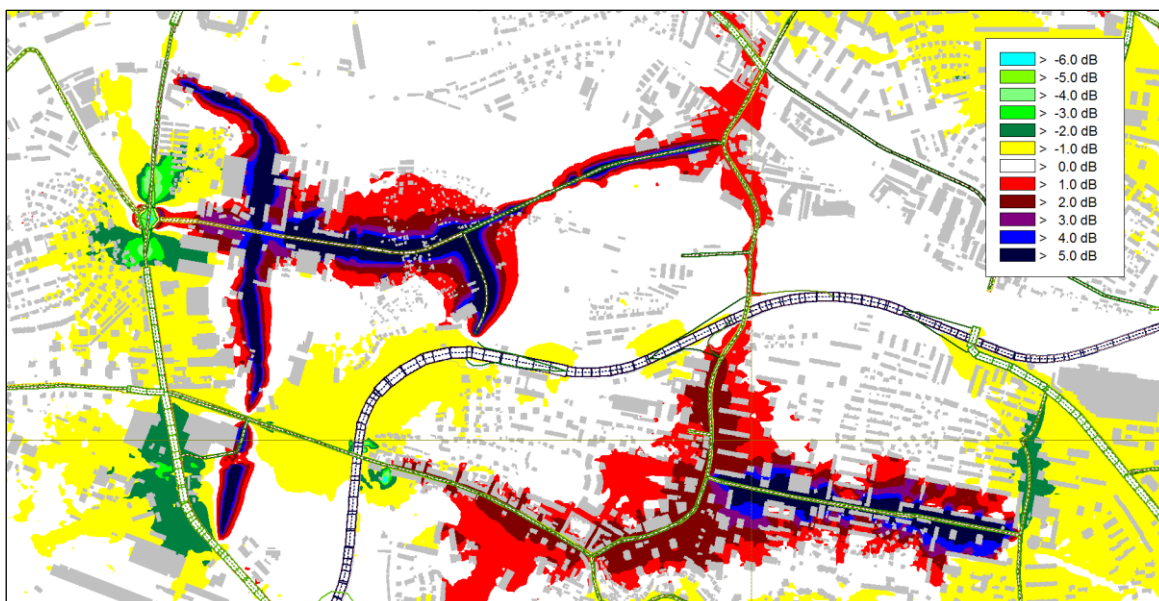


## B. Speciální hlukové mapy

### Rozdílová

Rozdílová hluková mapa je speciálním typem hlukové mapy, která pomáhá vizualizovat změny v území, např. mezi posuzovanými variantami hodnoceného záměru, případně ukazuje, k jakým rozdílům dojde ve výhledu oproti stávajícímu stavu. V rozdílové hlukové mapě může být např. barevnými plochami vyjádřeno plošné zasažení území nadlimitním hlukem před a po realizaci záměru.

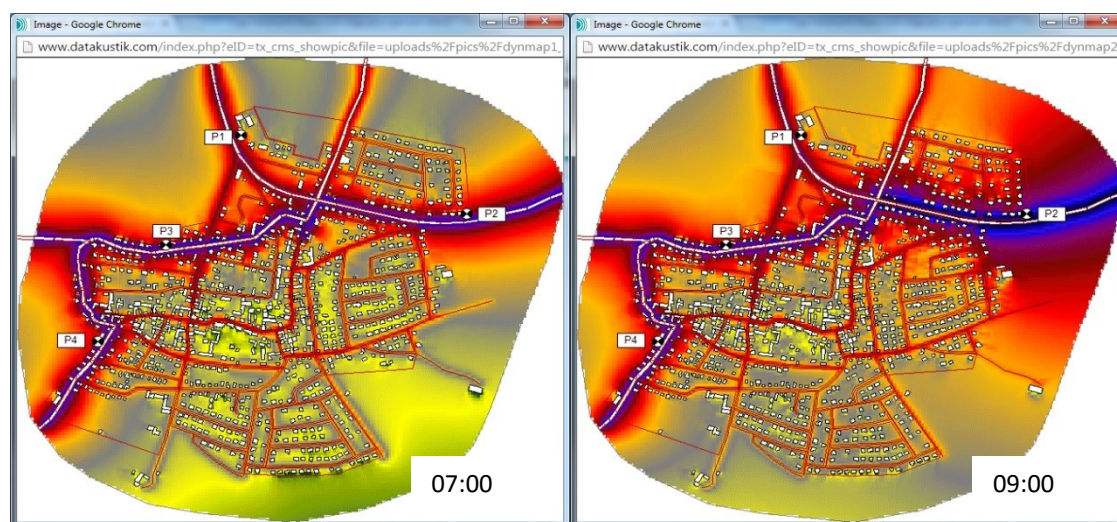
Obr. 8 Výstup z programu CadnaA – rozdílová hluková mapa [1]



## Dynamická

Dynamická hluková mapa zobrazuje výpočet on-line anebo off-line se zpožděním, kdy do výpočtového matematického modelu zájmového území jsou dodávána data o sčítání dopravy, případně data z monitorování hluku. Dynamická hluková mapa se tedy v pravidelných časových intervalech přepočítává a na předem definovaných místech, zpravidla na internetových stránkách jsou patrné výsledky, např. měnící se každou hodinu.

**Obr. 9 Ukázka z dynamické hlukové mapy zpracovávané programem CadnaA [15]**

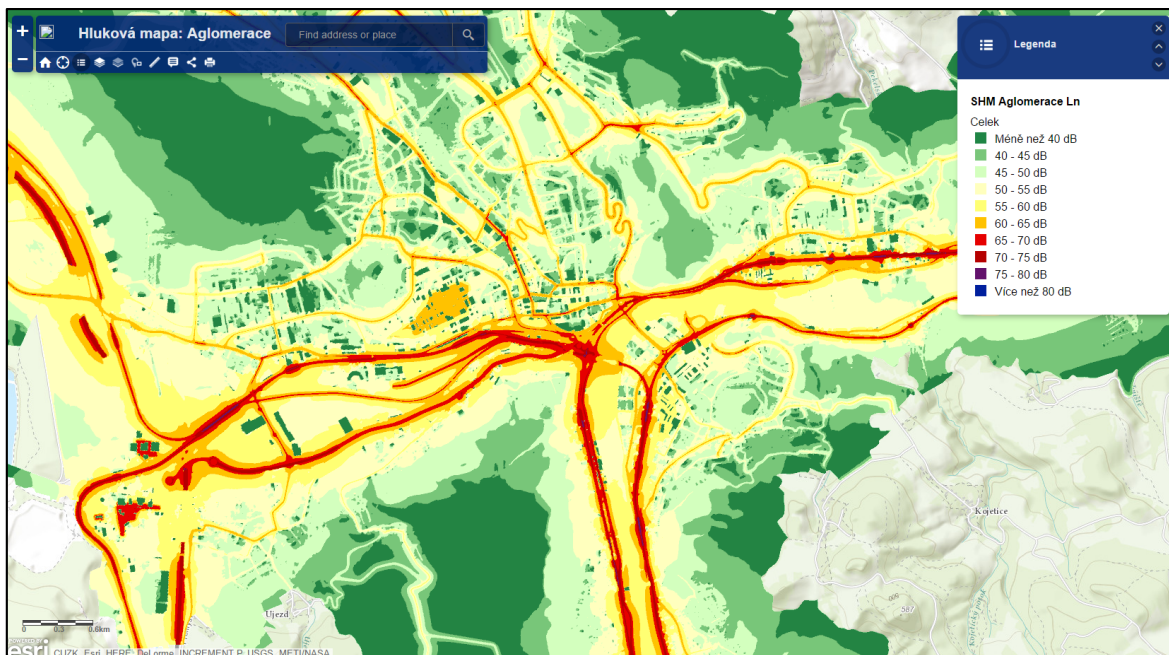


## Interaktivní

Pro interaktivní hlukovou mapu je možné využít nástrojů internetu a pro vizualizaci takovéto mapy je využito nástrojů a možností webových rozhraní. Jedná se tedy o hlukovou mapu zobrazenou na internetu, kde je umožněno i běžnému uživateli si vyhledávat konkrétní objekty, případně dělat jednoduché analýzy a zjišťovat hlukovou situaci v konkrétním místě pouhým označením tohoto místa. Příkladem takové interaktivní hlukové mapy je např. projekt ENVIS 4 [16], který byl zpracován pro část hlavního města Prahy. Dalším příkladem může být prezentace SHM na webovém mapovém portálu SZÚ, viz Obr. 10.



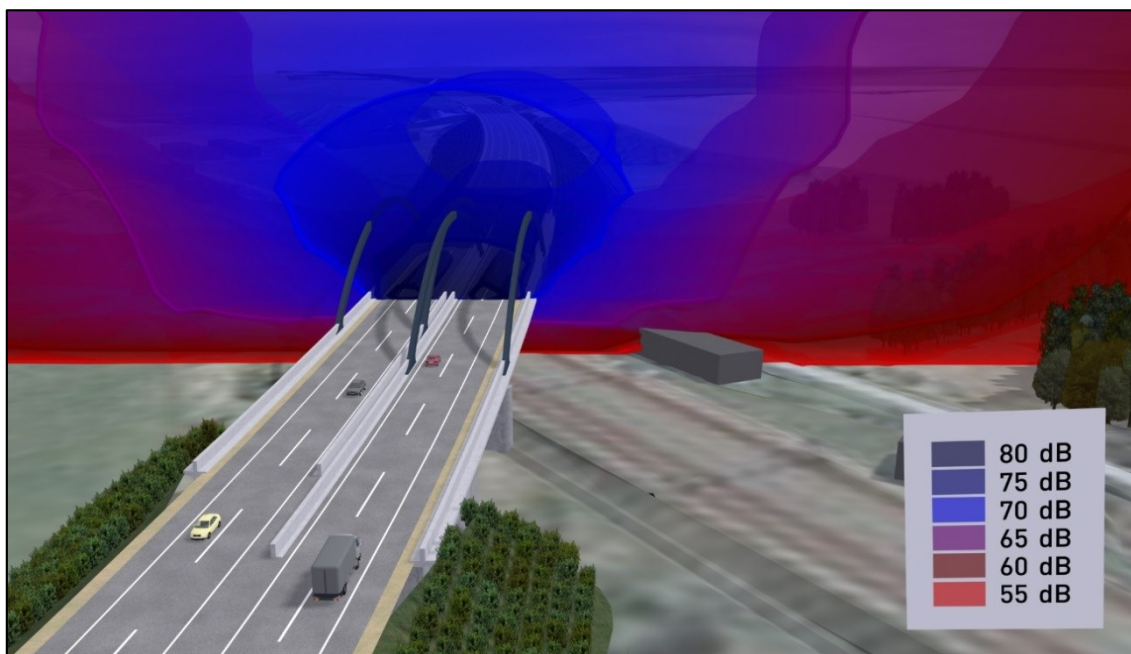
Obr. 10 Ukázka z výstupu interaktivní hlukové mapy – SHM [17]



### 3D hluková mapa

3D hluková mapa je nejmladší speciální hlukovou mapou a také je zatím ve vývoji, neboť její konstrukce je značně složitá a náročná. Touto hlukovou mapou zatím nelze postihnout větší území, pouze lokální a dílčí problematiku. Výhodou 3D hlukové mapy je vizualizace celkového reálného rozložení akustické energie v okolí zdroje hluku a to ve všech souřadnicích.

Obr. 11 Ukázka rozložení zvukového pole pomocí 3D hlukové mapy [15]



## 2.3 Zákon č. 258/2000 Sb. – Zákon o ochraně veřejného zdraví

V následujících kapitolách jsou uvedeny současné legislativní požadavky na vyhodnocení akustické situace, které vycházejí ze zákona č. 258/2000 Sb. [18]. Stávající platná legislativa neřeší hlukový limit v území při spolupůsobení více zdrojů hluku. Zabývá se pouze jednotlivými zdroji hluku a hygienickými limity samostatně. Z důvodu možného vyhodnocení vůči příslušným hygienickým limitům je nezbytné provádět výpočty a analýzy samostatně pro jednotlivé dopravní zdroje hluku v území.

### 2.3.1 Výtah z nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Zde je uveden výtah z nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [10]. Jsou vybrané pouze paragrafy a odstavce týkající se řešených analýz.

#### § 12 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

(1) Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ . V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ).

(3) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$ , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, a hluku s výrazně informačním charakterem se přičte další korekce -5 dB.

#### Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

##### Část A

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají. Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních dráhách, kde se použije korekce -5 dB.

Pravidla použití korekce uvedené v tabulce:

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů, hluk z veřejné produkce hudby, dále pro hluk na účelových komunikacích a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů.

2) Použije se pro hluk z dopravy na silnicích III. třídy a místních komunikacích III. třídy a dráhách.

3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy.

4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích s výjimkou účelových komunikací a dráhách uvedených v bodě 2) a 3). Tato korekce zůstává zachována i po položení nového povrchu vozovky, provádění údržby a rekonstrukci železničních drah nebo rozšíření vozovek při zachování směrového nebo výškového vedení pozemní komunikace, nebo dráhy, při kterém nesmí dojít ke zhoršení stávající hlučnosti v chráněném venkovním prostoru staveb nebo v chráněném venkovním prostoru, a pro krátkodobé objízdné trasy. Tato korekce se dále použije i v chráněných venkovních prostorech staveb při umístění bytu v přístavbě nebo nástavbě stávajícího obytného objektu nebo víceúčelového objektu nebo v případě výstavby ojedinělého obytného, nebo víceúčelového objektu v rámci dostavby proluk, a výstavby ojedinělých obytných nebo víceúčelových objektů v rámci dostavby center obcí a jejich historických částí.



### 2.3.2 Hygienické limity - přehled

Z nařízení vlády č. 272/2011 Sb. vyplývají následující hygienické limity pro chráněný venkovní prostor staveb.

**Tab. 1 Přehled hygienických limitů**

Doprava	Zdroj hluku	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$	
		Denní doba 6:00–22:00 h	Noční doba 22:00–6:00 h
Silniční	Stará hluková zátěž z dopravy na pozemních komunikacích	70 dB	60 dB
	Hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy	60 dB	50 dB
	Hluk z dopravy na silnicích III. třídy a místních komunikacích III. třídy	55 dB	45 dB
Tramvajová	Stará hluková zátěž z dopravy na dráhách	70 dB	60 dB
	Hluk z dopravy na dráhách	55 dB	45 dB
Trolejbusová	Stará hluková zátěž z dopravy na dráhách	70 dB	60 dB
	Hluk z dopravy na dráhách	55 dB	45 dB
Železniční	Stará hluková zátěž z dopravy na dráhách	70 dB	65 dB
	Hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy	60 dB	55 dB
	Hluk z dopravy na dráhách	55 dB	50 dB
Letecká	Letový provoz	60 dB	50 dB

Hygienické limity pro hluk z dopravy, které stanovuje národní legislativa, určují nejvyšší přípustné hodnoty vyjádřené ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  v dB z jednotlivých dopravních zdrojů hluku (viz Tab. 1). Uvedené limity mají rozdílnou hodnotu podle druhu dopravy, typu komunikace, a také dle období pro denní (6–22 h) a noční (22–6 h) dobu. Např. hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  při použití korekce pro starou hlukovou zátěž z dopravy na pozemních komunikacích je 70 dB v denní době a 60 dB v době noční. Pro hluk z dopravy z nově realizovaných dálnic, silnic I. a II. třídy a místních komunikací I. a II. třídy je hygienický limit 60 dB v denní době a 50 dB v době noční. Obdobným způsobem jsou stanoveny i limity pro další zdroje hluku např. železniční dopravu, tramvajovou a trolejbusovou dopravu.

Smyslem národních hygienických limitů je především nepřipustit v území výstavbu nových nadlimitních zdrojů hluku a neumisťovat novou zástavbu v okolí významných akustických zdrojů. Při posuzování dopravních zdrojů hluku se na základě legislativních požadavků provádí porovnání pro denní a noční dobu odděleně pro každý zdroj hluku zvlášť.

### **3 PŘEHLED VYBRANÝCH ANALÝZ V OBLASTI HLUKOVÉHO MAPOVÁNÍ – MOŽNÉ PŘÍSTUPY ŘEŠENÍ**

V této kapitole jsou uvedeny příklady některých analýz v oblasti hlukového mapování včetně grafických příkladů a možných způsobů řešení v Česku a zahraničí.

Ve vztahu k definovanému účelu a cíli zpracovávané studie či posouzení je třeba rozhodnout o formě výstupů. Tzn. zda bude dostačující jen popsat danou situaci pomocí výpočtových kontrolních bodů a tedy jen tabulkovou formou. To je vhodné především u jednoduchých záměrů a situací, které nemají velkou plošnou rozlohu. Nebo zda je žádoucí popsat počítanou situaci pomocí fasádního hluku a následně graficky pomocí barevného zobrazení jednotlivých objektů vizualizovat výsledky výpočtu, či zda je třeba např. zpracovat rozdílové plošné hlukové mapy, které vyjadřují plošnou změnu rozložení hlukové situace v území. Případně zda je třeba zpracovat i konfliktní hlukové mapy, kde je především patrný konflikt s chráněným územím nebo objekty z hlediska legislativních limitních požadavků.

Z hlediska výstupů lze tedy využít jak tabulkové výstupy, tak grafické 2D výstupy či 3D výstupy anebo i kombinace všech.

#### **3.1 Strategické hlukové mapování**

Strategické hlukové mapování vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2002/49/ES ze dne 25. června 2002 o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí.

Cílem směrnice 2002/49/ES je zajistit v členských státech EU jednotné postupy a politiku dlouhodobého snižování environmentálního hluku. Směrnice má mimo jiné poskytnout základní podklad pro navazující legislativu regulující hluk, pro vývoj a dokončení opatření týkajících se omezení emisí hluku z velkých zdrojů, a to zejména z provozu silničních a železničních vozidel a infrastruktury, letadel a průmyslových zařízení.

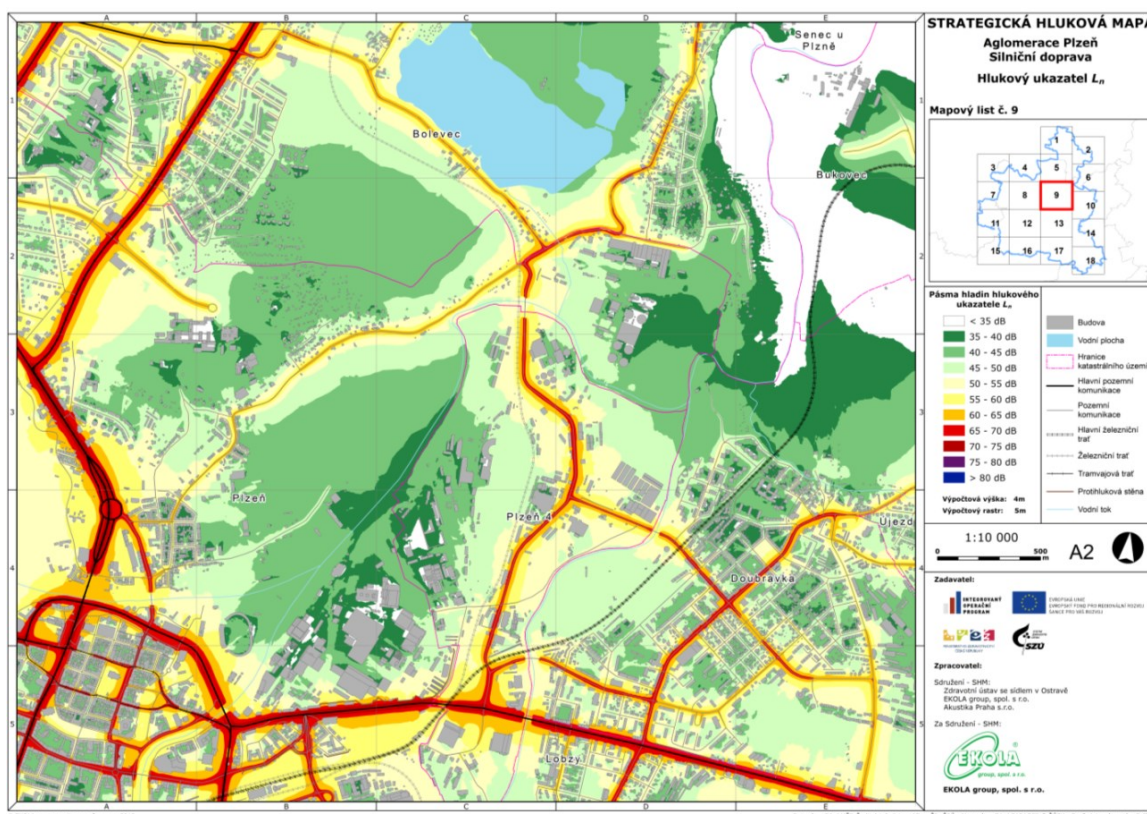
Strategickým cílem směrnice 2002/49/ES bylo snížit v rámci celé Evropské unie do roku 2010 počet obyvatel zasažených hlukem ve venkovním prostředí hladinou  $L_{dvn}$  nad 65 dB minimálně o 10 % a do roku 2020 je cílem snížení takto zasažených osob o cca 20 % [11].

### 3.1.1 Strategické hlukové mapy

#### Určení počtu osob a budov exponovaných hlukem nad dané hodnoty

Tato analýza se provádí v první fázi strategického hlukového mapování tzv. Strategické hlukové mapy pro hluk z nejzatíženějších komunikací, železnic, letišť a průmyslových zdrojů a zvláště pro vybrané aglomerace. Analýza zahrnuje určení počtu osob zasažených hlukem z daného zdroje nad určitou mez stanovenou Evropskou komisí (EK), jejich rozřazení do hlukových pásem po 5 dB. Dále je nutné určit počty zasažených budov v jednotlivých pásmech a také zjistit počty budov s tzv. tichou fasádou.

Obr. 12 Příklad mapového listu Strategické hlukové mapy aglomerace Plzeň [14]



### 3.1.2 Akční plány protihlukových opatření (AP)

#### Možné přístupy stanovení kritických míst

Tato analýza vychází z první fáze strategického hlukového mapování. Po Strategických hlukových mapách, které pořizuje stát, přichází druhá fáze tzv. Akční plány, které pořizují jednotlivé dotčené kraje, popř. ministerstvo dopravy.

Cílem analýzy prováděné v rámci zpracování akčních plánů je především stanovit kritická místa. V rámci strategického hlukového mapování států Evropské unie (EU) se kritické lokality v území nazývají „hot spots“. Jedná se o lokality a místa, kde dochází k překračování požadovaných mezních hodnot v některém ze zvolených ukazatelů ve vztahu k počtu, resp. hustotě zasažených osob.

Relevantní stanovení kritických míst je možné pouze za předpokladu dostupnosti stejných vstupních dat jako při zpracování SHM, především demografických, mapových a dalších digitálních dat – např. zasažení fasád objektů.

Přístupy pro stanovení kritických míst nejsou striktně stanoveny a jsou zcela v kompetenci pořizovatele, resp. zpracovatele akčního plánu. V následujících podkapitolách jsou tedy uvedeny příklady možných přístupů pro stanovení kritických míst používané v České republice i v zahraničí včetně ukázek výstupů AP.

#### ***A. Doporučení dle Metodického návodu pro zpracování akčních plánů (Ministerstvo zdravotnictví ČR)***

Ke stanovení priorit AP a jednotlivých programů snižování hluku (NCP) doporučuje Metodický návod pro zpracování akčních plánů [19] použít výsledky hodnocení škodlivých účinků (zdravotních rizik) viz Příloha III směrnice END (počty vysoce obtěžovaných osob (HA) a osob s vysoce rušeným spánkem (HSD)). Tyto údaje celkově za jednotlivé regiony a aglomerace jsou součástí výsledků SHM a jsou předávány pořizovatelům AP společně s formulářem souhrnu AP.

Pro určení kritických míst je možné využít údaj o počtu obyvatel vztažený k adresnímu bodu, dále údaje o celkovém počtu obyvatel v jednotlivých obcích, kteří jsou exponováni hlukem překračujícím mezní hodnoty hlukových ukazatelů, uvedené ve výstupu SHM v tabulkové formě, a v rámci území obce pak průběh mezních izofon uvedený ve SHM v grafické podobě.

Bohužel tento Metodický návod již neřeší jakým způsobem to obecně provést - nedává žádný návod a navíc jak to provést z dat, která jsou předávána zpracovatelům akčních plánů, neboť v těchto datech chybí základní údaje o překročení mezní hodnoty v jednotlivých adresných bodech.

## **B. Akční plány zpracované společností EKOLA group, spol. s r.o.**

Stanovení kritických míst je prováděno na základě mezních hodnot a hustoty obyvatelstva, viz postup popsáný níže. Ze zkušenosti zpracovatele je nejčastěji pro analýzy využívána mezní hodnota ukazatele  $L_n$ , neboť při porovnání počtu ovlivněných osob a počtu zasažených obytných objektů podle hlukových ukazatelů  $L_{dvn}$  a  $L_n$  uvedených ve strategických hlukových mapách je možné konstatovat, že počty ovlivněných osob a staveb pro bydlení nad mezní hodnotou pro hlukový ukazatel  $L_n$  (noc) jsou zpravidla vyšší než pro hlukový ukazatel  $L_{dvn}$  a navíc tento ukazatel je citlivějším ukazatelem i z hlediska možného ovlivnění zdraví a rušení osob.

### **• Postup stanovení počtu osob ve vztahu k posuzovaným komunikacím**

Základem pro výslednou analýzu jsou údaje uvedené v datech ze Sčítání lidu, domů a bytů SLDB [20], tzn. počty obyvatel vztažené k adresním bodům, a tedy k jednotlivým stavbám.

Na průtahu sledovaných úseků komunikací v jednotlivých sídlech je nutné z hlukové mapy pro ukazatele  $L_{dvn}$  a  $L_n$  stanovit pásmo, jehož hranici tvoří hodnota mezního ukazatele 70 dB, resp. 60 dB. V tomto pásmu jsou poté vybrány adresné body přiřazené k jednotlivým stavbám, ze kterých je určen počet trvale žijících obyvatel a počet obytných objektů.

### **• Princip stanovení kritických míst**

Na základě výpočtu hodnot hluku na fasádách obytných objektů (což je bohužel údaj, který není součástí předávaných dat za zpracování SHM) a počtu obyvatel žijících v těchto objektech je možné provést analýzu a graficky znázornit místa, která jsou z hlediska návrhu protihlukových opatření prioritní. Výsledkem je v tomto případě barevná mapa, jež charakterizuje obydlená území, ve kterých dochází k překračování stanovených mezních hodnot hlukového ukazatele ( $L_{dvn} > 70$  dB nebo  $L_n > 60$  dB).

V rámci této analýzy jsou pro hodnocená území stanoveny vždy dvě priority pro další rozhodování o řešení (příklad viz Obr. 13), a to:

#### **Priorita I (červený odstín)**

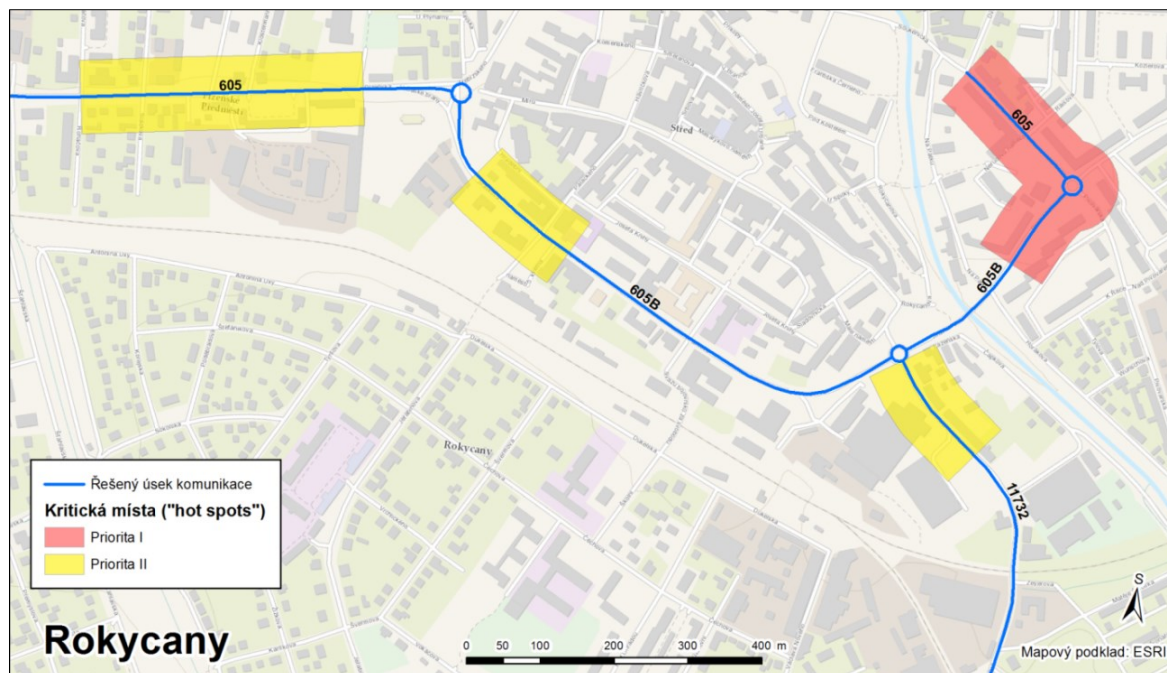
Vymezuje území, ve kterém je překročena mezní hodnota a současně je zde hustota obyvatel  $\geq 10$  obyvatel/1 000 m<sup>2</sup>. Řešení opatření v tomto území by vzhledem k vysoké hustotě obyvatelstva mělo být realizováno v co nejkratším časovém horizontu.

#### **Priorita II (žlutý odstín)**

Vymezuje území, ve kterém je překročena mezní hodnota a současně je zde hustota obyvatel  $\geq 1$  obyvatel/1 000 m<sup>2</sup>.



Obr. 13 Příklad vymezení kritických míst v mapě AP Plzeňského kraje [1]



### C. Akční plán protihlukových opatření silnic (Liberecký kraj)

Akční plán protihlukových opatření pro hlavní pozemní komunikace, které vlastní kraj, včetně hlavních pozemních komunikací ve vlastnictví obcí ve správním území Libereckého kraje [21] využívá pro identifikaci kritických míst tzv. „M hodnoty“, která zohledňuje hodnoty hluku překračující mezní hodnoty a počet obyvatel. Vzorec pro výpočet M hodnoty je:

$$M = 0,1m(10^{0,1\Delta L} - 1)$$

kde:

$m$  – počet obyvatel

$\Delta L$  – hodnota hluku překračujícího mezní hodnotu (zjištěná maximální hodnota na fasádě – mezní hodnota)

Využití M hodnoty má při použití podkladové datové sady budov z databáze ZABAGED© jisté úskalí. Jelikož jsou budovy definovány jako větší bloky budov a nejvyšší vypočtená hodnota na fasádě by byla přiřazena celému bloku, je nutné tyto bloky manuálně rozdělit na jednotlivé budovy nebo využít postupu popsaneho v AP Libereckého kraje, tj.: „... všechny adresní body s přiřazeným počtem obyvatel byly přesunuty na fasádu bloku budov. Pro každý z těchto bodů byla spočítána hodnota překročení hlukového limitu a následně M hodnota. Pro každou budovu pak byla spočítána agregovaná hodnota M (na základě vrstvy hranice budovy)“ [21].

Poté jsou kritická místa s M hodnotou větší než 3 posuzovány samostatně a M hodnotou menší než 3 jsou posuzovány globálně.

**Obr. 14** Příklad stanovení kritických míst pro komunikace v Libereckém kraji [21]



#### ***D. Akční plán pro snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008***

Z dalších možných příkladů zpracovaných akčních plánů a stanovení kritických míst je Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008 [22] zpracovaný společností Akustika Praha s.r.o. Základním kritériem pro výběr kritických míst bylo u tohoto akčního plánu překročení mezní hodnoty ukazatele  $L_n = 60$  dB. Dále byly vybrány obytné domy s minimálním počtem 3 obyvatel, u nichž byla překročena výše uvedená mezní hodnota. Výsledná kritická místa (50 kritických míst) byla vybrána jako místa s největší plošnou koncentrací těchto budov. Tímto vznikly pásy různé šířky podél silničních komunikací s největšími intenzitami dopravy. Šířky těchto pásů podél komunikací byly zvoleny tak, aby zahrnovaly všechny budovy stanovené výše uvedeným způsobem.

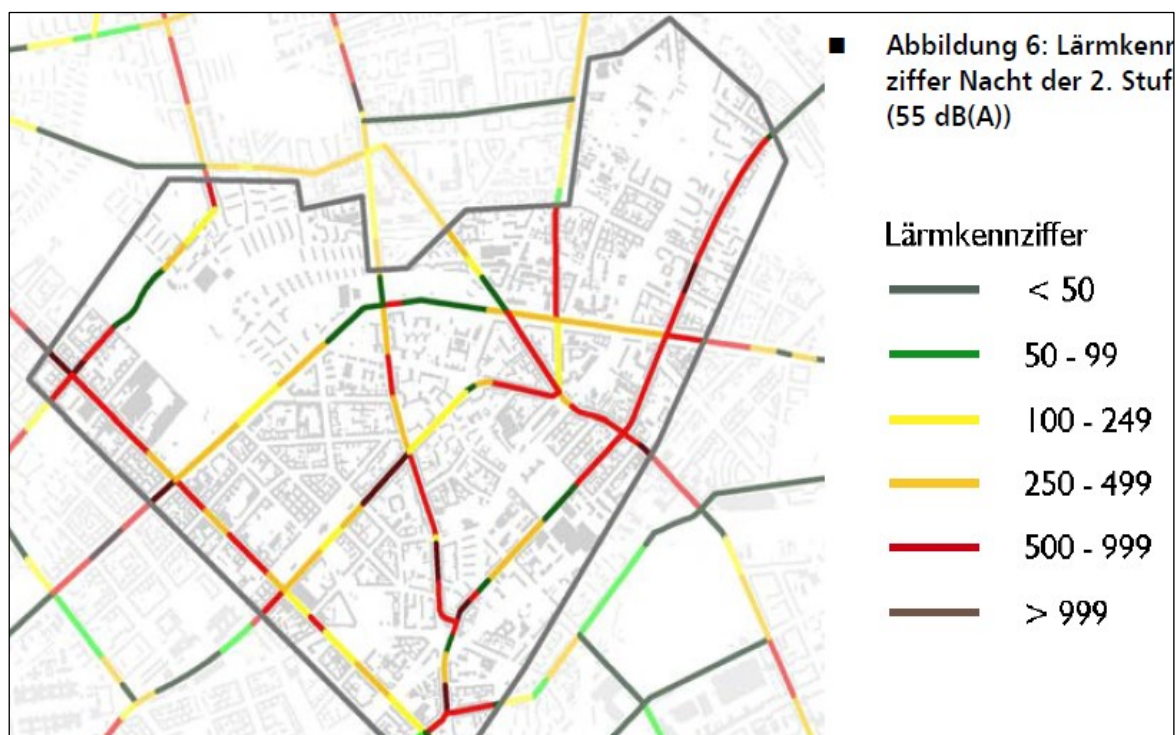
### E. Akční hlukový plán městské aglomerace Berlín (Bezirk Mitte)

Při stanovení kritických míst zasažených hlukem ze silnic je v rámci aglomerace Berlín [23] použito analytické metody s využitím tzv. „Lärmkennziffer (LKZ)“, což je číslo udávající počet obyvatel vystavených hlukové zátěži nad prahem mezní hodnoty. Zpravidla je udáváno na 100 m délky komunikace. Příklad vzorce:

$$LKZ = \frac{\text{Počet zasažených obyvatel nad mezní hodnotou} * \text{počet dB nad mezní hodnotou}}{100 \text{ m délky komunikace}}$$

Např. LKZ = 50 znamená, že je zasaženo 50 obyvatel při 1dB nad mezní hodnotou nebo 10 obyvatel při 5 dB nad mezní hodnotou na 100 m délky silnice. Větší číslo LKZ znamená větší zatížení obyvatelstva hlukem [24]. Pro akční plán v Berlíně byly stanoveny hodnoty mezních ukazatelů  $L_{dvn} = 65 \text{ dB}$  a  $L_n = 55 \text{ dB}$ . Jako prioritní oblasti byly řešeny ulice s LKZ větší než 250.

Obr. 15 Příklad stanovení kritických míst v aglomeraci Berlín [23]



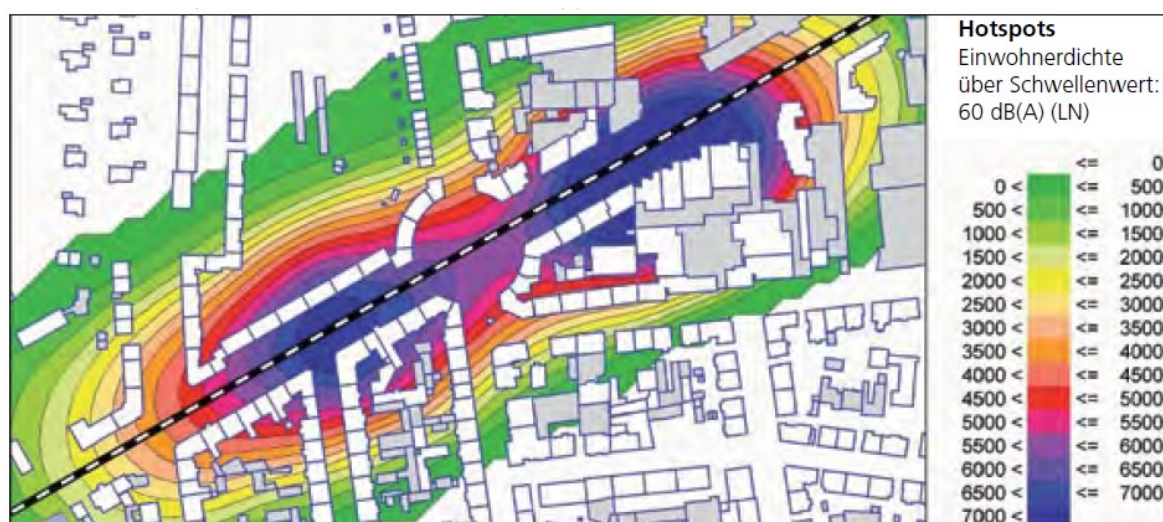


## F. Akční hlukový plán městské aglomerace Karlsruhe

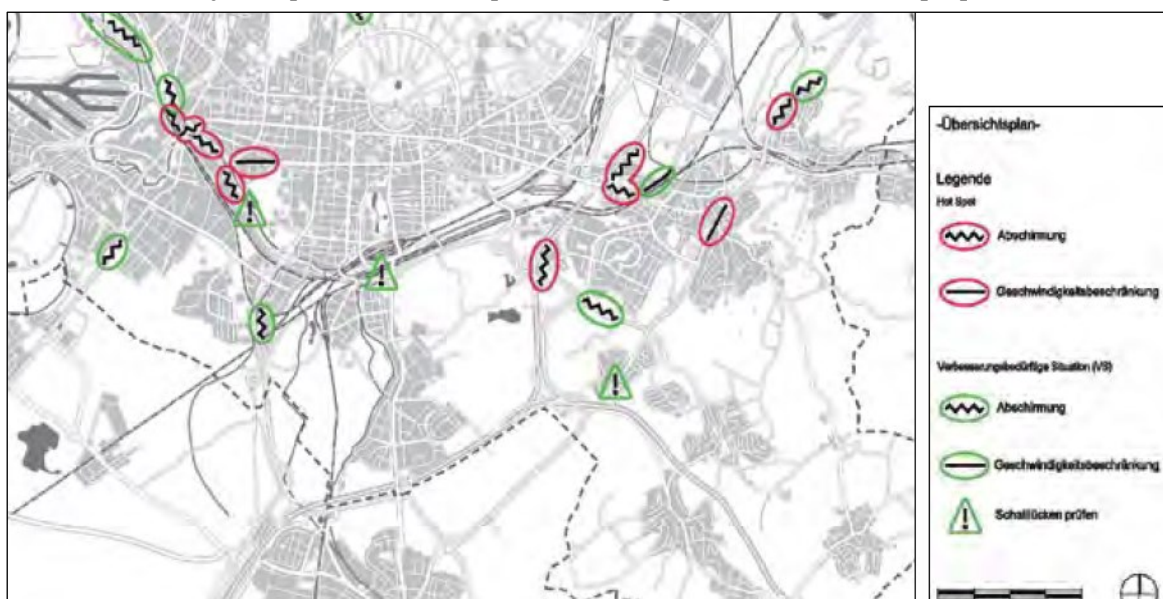
Pro zjištění míst nejvíce zasažených hlukem ze silniční a železniční dopravy je na příkladu Akčního plánu aglomerace Karlsruhe [25] provedena analýza kritických míst při použití mezních hodnot (stanovených Ministerstvem životního prostředí Baden-Württenberska na  $L_{dvn} = 70$  dB a  $L_n = 60$  dB) a hustoty obyvatel. Místo prioritního řešení se tedy nachází v místech ovlivněných nad mezní hodnotou (je použit ukazatel  $L_n > 60$  dB) a s vysokým počtem obyvatel (hustotou obyvatel v okruhu 100 m od komunikace), viz Obr. 16.

V dokumentu ovšem není uvedeno, jaká mezní hodnota hustoty obyvatel je použita pro výběr prioritních oblastí (Obr. 17), ale v zásadě byl využit podobný princip, jako u AP komunikační sítě v ČR, zpracovávané společností EKOLA group.

Obr. 16 Příklad stanovení kritických míst v aglomeraci Karlsruhe [25]



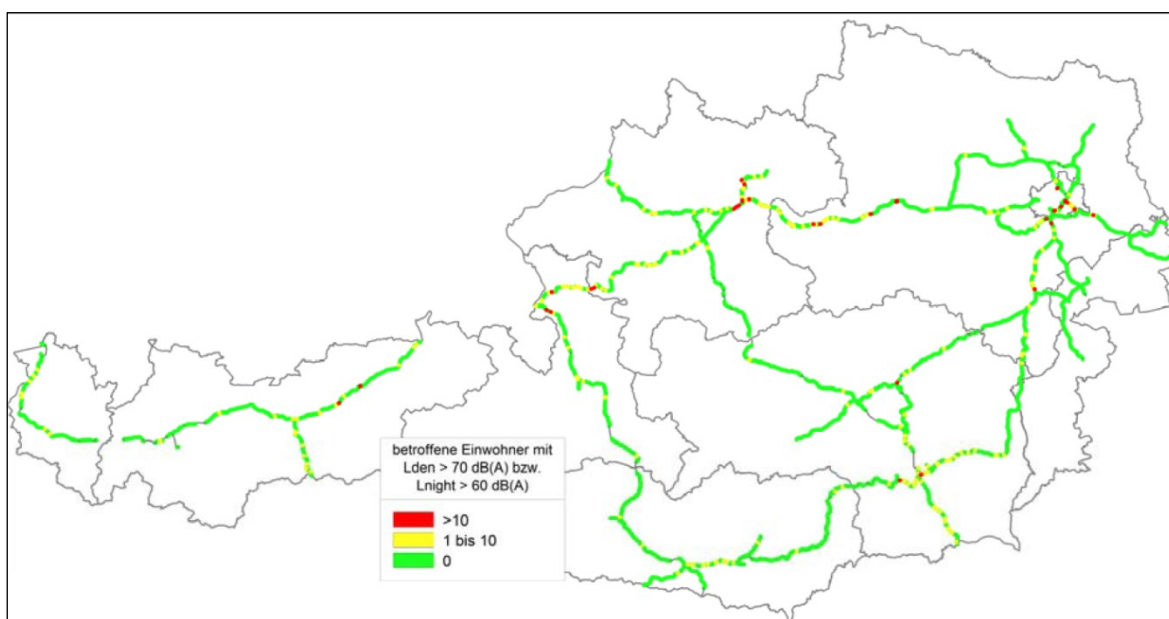
Obr. 17 Příklad výběru prioritních míst pro silnice v aglomeraci Karlsruhe [25]



### G. Akční hlukový plán pro spolkové silnice v Rakousku

V akčním plánu pro spolkové silnice (dálnice a rychlostní silnice) v Rakousku 0 je pro prvotní vymezení kritických míst použito kritérium počtu zasažených obyvatel nad mezními hodnotami  $L_{dvn} = 70$  dB a  $L_n = 60$  dB, viz Obr. 18. Kromě toho se pro detailnější identifikaci prioritních úseků využívá zón s překročením mezních hodnot a vysokou hustotou obyvatelstva.

Obr. 18 Příklad stanovení kritických míst v Rakousku 0



### H. Akční hlukový plán pro hlavní silnice ve Valencijském společenství (Španělsko)

V Akčním hlukovém plánu pro hlavní silnice ve Valencijském společenství (Comunidad Valenciana) [27] a ve většině prostudovaných akčních plánů ve Španělsku, je postup stanovení kritických míst popsán ve dvou krocích s mírnými rozdíly v mezních hodnotách.

Nejprve jsou vymezeny tzv. zájmové oblasti („zonas de actuación“), které splňují následující podmínky. Zájmová oblast je vymezena obytnými objekty, ve kterých jsou obyvatelé vystaveni hlukové zátěži  $L_{dvn} > 55$  dB a zároveň je v oblasti hustota obyvatel větší než 300/km<sup>2</sup>. Další vymezení zájmové oblasti se týká škol, školských zařízení a nemocnic, které jsou zasaženy hlukem nad mezními hodnotami ( $L_d = 55$  dB,  $L_v = 55$  dB a  $L_n = 45$ ). Vymezené zájmové oblasti jsou poté roztrženy do kategorií dle míry hlukového zatížení. Výše hlukového zatížení se určuje dle následujících kritérií:

Počty zasažených obyvatel („población expuesta“) v obytných objektech (Tab. 2)



1. Počet obyvatel zatížených v hlukovém pásmu mezi  $L_n = 55-65$  dB se násobí koeficientem 0,6;
2. počet obyvatel zatížených v hlukovém pásmu mezi  $L_n = 65-75$  dB se násobí koeficientem 0,85;
3. počet obyvatel zatížených v hlukovém pásmu nad  $L_n = 75$  dB se násobí koeficientem 1.

**Tab. 2 Příklad tabulky pro určení počtu zasažených obyvatel [27]**

POBLACIÓN EXPUESTA PONDERADA								
UME	ZONA DE ACTUACIÓN	POBLACIÓN EXPUESTA SEGÚN EL INDICADOR $L_n$ dB(A)			FACTOR DE MULTIPLICACION			PERSONAS EXPUESTAS (VALOR PONDERADO)
		ENTRE 55 Y 65 dB(A)	ENTRE 65 Y 75 dB(A)	MAYOR DE 75 dB(A)	0,6	0,85	1	
CV-10	Betxi	35	0	0	0,6	0,8	1	21
CV-18	Almassora	0	0	0	0,6	0,8	1	0
CV-20	Onda	52	0	0	0,6	0,8	1	31

Výskyt škol, školských zařízení a nemocnic („edificios sensibles“). Tento indikátor určuje počet žáků („alumnos“) ve školách a školských zařízeních a lůžek („camas“) v nemocničních zařízeních dle stejných kritérií jako počet zasažených obyvatel (viz výše). Součet zasažených obyvatel a součet žáků a nemocničních lůžek v oblasti je výsledný indikátor zasažených obyvatel, který se následně porovnává s Tab. 3, která určuje míru hlukového zatížení ve třech kategoriích – vysoká („alta“), střední („media“) a nízká („baja“). Následně je zpracován přehled všech důležitých údajů pro jednotlivé vytypované zájmové oblasti, viz Obr. 19.

**Tab. 3 Tabulka pro určení výše hlukového zatížení obyvatel [27]**

POBLACIÓN EXPUESTA	Edificios sensibles afectados			
	Sí (Afectados ponderados <100)	Sí (Afectados ponderados 100-200)	Sí (Afectados ponderados >200)	No
MAYOR DE 500	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
ENTRE 200 Y 500	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
ENTRE 100 Y 200	MEDIA	MEDIA	ALTA	BAJA
MENOR DE 100	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA

Obr. 19 Příklad stanovení kritických míst ve Španělsku [27]

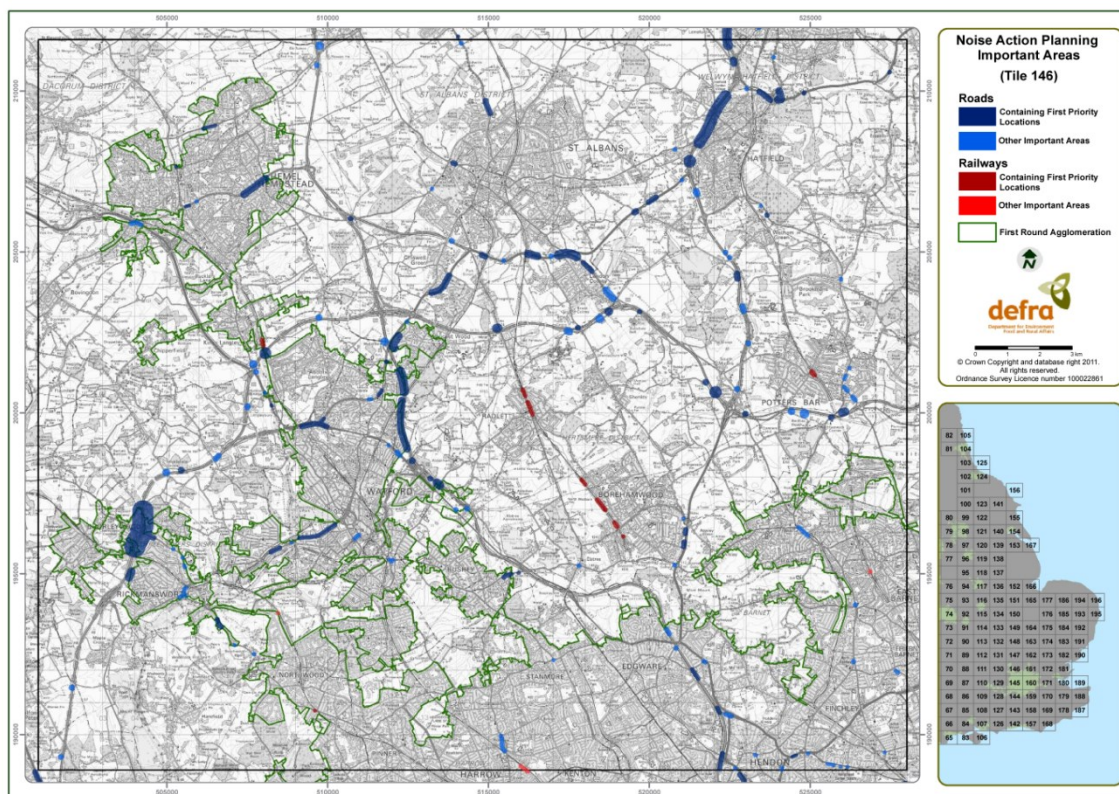
CÓDIGO UME		010		
NOMBRE DE LA ZONA DE ACTUACIÓN		BETXI		
LOCALIZACIÓN	MUNICIPIOS AFECTADOS	BETXI		
	PK INICIO	8+200		
	PK FINAL	8+500		
POBLACIÓN EXPUESTA SEGÚN EL INDICADOR $L_n$ dB(A)	ENTRE 55 Y 65 dB(A)	ENTRE 65 Y 75 dB(A)	MAYOR DE 75 dB(A)	
	35	0	0	
EDIFICIOS SENSIBLES EXPUESTOS A NIVELES SUPERIORES A $L_d$ o $L_e=55$ dBA (CENTROS EDUCATIVOS) Y SUPERIORES A $L_n$ 45 dBA (CENTROS SANITARIOS)	CENTROS EDUCATIVOS	NO		
	CENTROS SANITARIOS	NO		
GRADO DE AFECCIÓN	PERSONAS EXPUESTAS (VALOR PONDERADO)	EDIFICIOS SENSIBLES PONDERADOS	GRADO DE AFECCIÓN RESULTANTE	
	21	NO	BAJA	
LEYENDA				

### I. Akční hlukový plán pro hlavní silnice (mimo aglomerace) v Anglii

Rozdílný přístup pro stanovení kritických míst („First Priority Locations“) než v předešlých příkladech je uváděn v akčním hlukovém plánu pro hlavní silnice v Anglii [28]. Zde je použit pro stanovení kritických míst ukazatel  $LA_{10,18h}$ , který značí průměrnou hladinu akustického tlaku v dB, překračovanou v 10 % každé hodiny v období 06:00 až 24:00 hodin. Nejdříve byly identifikovány tzv. „Important Areas“ (důležité oblasti), které vyznačují lokality, v nichž je zasaženo 1 % celkové populace nejvyššími hladinami z provozu na hlavních silnicích. V těchto oblastech byla poté vyznačena kritická místa, která jsou ovlivněna hladinou  $LA_{10,18h}$  větší než 76 dB. Příklad

vyznačených důležitých oblastí (modře) a kritických míst (tmavě modře) severozápadně od Londýna je uveden na Obr. 20.

Obr. 20 Příklad stanovení kritických míst ve Velké Británii [28]



### ***J. Shrnutí vybraných přístupů ke stanovení kritických míst („hot spots“)***

Ve většině výše uvedených příkladů jsou pro stanovení kritických míst využity počty ovlivněných osob, popř. hustota obyvatel a mezní hodnoty vybraných hlukových ukazatelů. Postupy pro stanovení kritických míst použitých ve Velké Británii jsou navíc rozšířeny o statistické analýzy zasažené populace či vypočítaných pomocných ukazatelů. Všechny postupy by tedy měly vymezit obdobná kritická místa, ovšem s rozdílným přístupem. Přístupy pro stanovení kritických míst nejsou striktně stanoveny a jsou zcela v kompetenci pořizovatele, resp. zpracovatele akčního plánu. Na výše uvedených příkladech je rozdílný přístup názorně ukázán.

## 3.2 Řešení staré hlukové zátěže

Starou hlukovou zátěží (SHZ) rozumíme vliv hluku z pozemních komunikací a železnic uvedených do provozu před 1. lednem 2001. Jelikož jsou tyto komunikace velmi kapacitně zatížené a většinou vedou hustě obydlenou zástavbou, je nutné realizovat na těchto tazích určitá protihluková opatření, která většinou zahrnují výměnu oken u nadlimitně ovlivněných obytných staveb. Hygienický limit je v případě SHZ zvýšen v denní i noční době o 10 dB oproti základnímu limitu 60/50 dB, jelikož byly tyto komunikace zprovozněny v době, kdy se příliš nedbalo na dodržování hlukových limitů.

Z praktických zkušeností z řešení problematiky staré hlukové zátěže navrhla společnost EKOLA group, spol. s r.o., systémově tři postupové etapy řešení staré hlukové zátěže v ČR [1]. Tyto kroky mimo jiné vyplývají i z dostupnosti dat potřebných v průběhu řešení staré hlukové zátěže. V následujícím textu jsou popsány jednotlivé kroky při řešení SHZ.

- **I. etapa**

Identifikace tzv. kritických míst. Tato etapa je základním podkladem pro vydání časově omezeného povolení dle § 31, zák. č. 258/2000 Sb. pro starou hlukovou zátěž. Tato etapa slouží především pro primární identifikaci problémových míst pro další podrobnější řešení. Identifikace kritických míst se provádí výpočtem hlukového zatížení zpravidla pro celý kraj ČR na méně podrobných datech (např. DMÚ 25) oproti modelování II. etapy (zpravidla ZABAGED©). Kritická místa jsou vybrána na základě odhadu počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel v jednotlivých sídlech.

- **II. etapa**

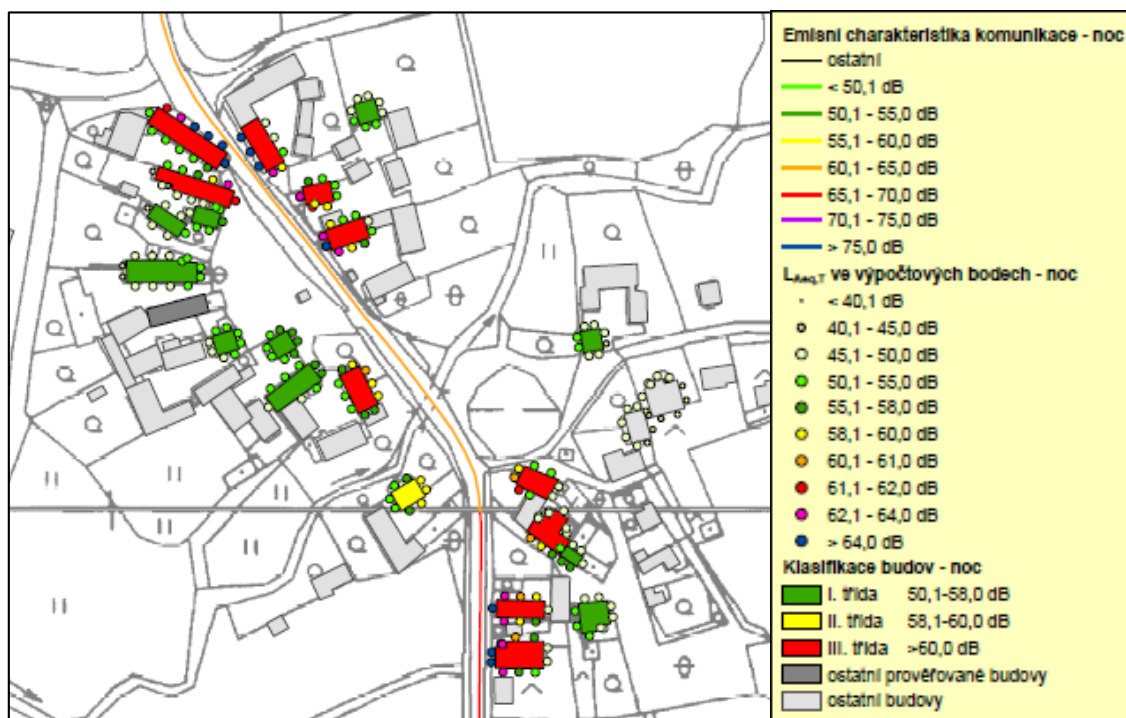
Po výběru lokalit k řešení, které vyplynou z předchozí etapy, dochází v této etapě ke zpřesnění provedené identifikace budov v konkrétních lokalitách. Na základě průzkumu in situ je provedena přesná identifikace potenciálně zasažených staveb z hlediska jejich ochrany a zjištěna skutečná akustická zátěž v daném území formou dlouhodobých 24hodinových měření, případně formou krátkodobých sond v denní a noční době. Z této identifikace následně vyplýne korigovaný počet detekovaných staveb z hlediska zasažení SHZ a jejich přesná lokalizace. Měření může také sloužit pro případné ověření provedených akustických výpočtů podle lokálních podmínek, aby bylo dosaženo maximální shody údajů získaných výpočetními postupy s reálnou hlukovou situací ve sledovaných lokalitách.

Tato etapa zahrnuje analýzu rozřazení obytných budov do definovaných hlukových tříd staré hlukové zátěže a vytypovává budovy, jejichž fasáda je nejvíce zasažená hlukem. Typickým mapovým výstupem je hluková mapa (viz Obr. 21)



s vyobrazením budov v semaforovém rozřazení (zelená, žlutá, červená) do hlukových tříd včetně zobrazení referenčních výpočtových bodů. Zelená barva je použita pro budovy, na jejichž fasádě se vypočtená hladina  $L_{Aeq,T}$  pohybuje v rozmezí -10 až -2 dB pod hygienickým limitem pro dané denní období. Žlutá barva je použita pro rozmezí -1,9 až 0,0 dB pod hygienickým limitem. Červená barva značí nadlimitní hlukovou zátěž.

Obr. 21 Klasifikace budov v rámci řešení staré hlukové zátěže [1]



### • III. etapa

V této etapě dochází ke zpracování detailního akustického posouzení. U konkretizovaných budov je následně proveden stavebně-akustický pasport včetně proměření stavebně-akustických parametrů oken (u vybraných budov) a návrh konkrétních protihlukových opatření (PHO), čímž je také možné provést prvotní odhad nákladů na tato PHO. Etapa již musí vycházet z přesných vstupních podkladů a je nutné ji řešit pouze pro plošně malé rozsahy území, resp. jednotlivé lokality dle plánu na odstranění SHZ, který je většinou součástí vydání časově omezeného povolení dle § 31, zák. č. 258/2000 Sb. v platném znění.



### 3.3 Rozřazení budov a ploch do hlukových pásem

Tato analýza rozřazuje budovy v daném území, na základě maximální vypočtené hladiny  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy, do zpravidla 5 dB hlukových pásem s cílem zjistit počet ovlivněných obyvatel nebo budov v jednotlivých hlukových pásmech. Rozřazena do hlukových pásem může být také výměra plochy ovlivněného území, které je nutné modelově vypočítat v hlukovém SW.

Výstupy z této analýzy mají zpravidla tabelární formu, viz Tab. 4. Tyto tabulky mohou navíc být obohaceny o prostorovou složku v podobě rozřazení počtu obyvatel do prvků územní identifikace, např. do městských částí, katastrálních území či základních sídelních jednotek (ZSJ). Tyto analýzy se používají také jako podklad pro hodnocení zdravotních rizik velkých kapacitních staveb či při posuzování návrhu územního plánu. Je zde také možnost porovnávat jednotlivé stavy či změny v čase (např. stávající stav vs. výhled) pomocí prostého rozdílu hodnot či pomocí grafů, viz Obr. 22.

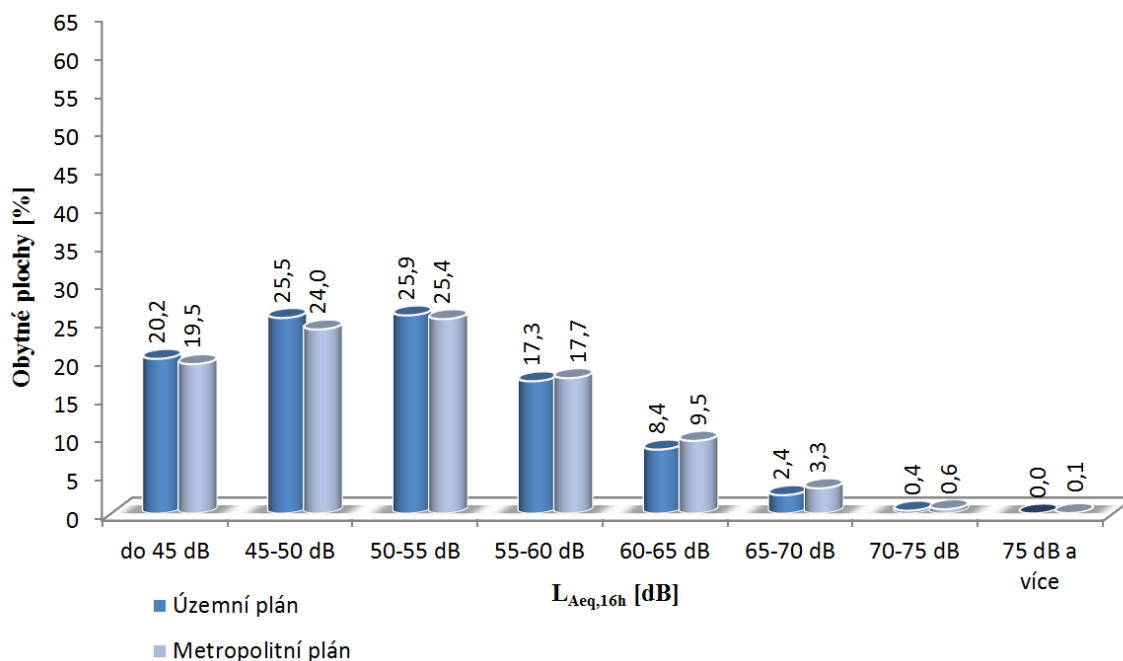
Tab. 4 Ukázka tabulky rozřazení obytných budov do hlukových pásem [1]

Hodnoty $L_{Aeq,T}$ [dB]	Stávající stav		Výhledový stav		Variantní výhledový stav	
	Četnost	Relativní četnost	Četnost	Relativní četnost	Četnost	Relativní četnost
$L_{Aeq,T} < 40$	1 449	8,85	1 276	7,79	1 270	7,75
$40 \leq L_{Aeq,T} < 45$	3 357	20,50	3 198	19,53	3 231	19,73
$45 \leq L_{Aeq,T} < 50$	3 693	22,55	4 311	26,32	4 362	26,63
$50 \leq L_{Aeq,T} < 55$	2 807	17,14	2 754	16,81	2 716	16,58
$55 \leq L_{Aeq,T} < 60$	2 060	12,58	2 017	12,31	1 971	12,03
$60 \leq L_{Aeq,T} < 65$	1 657	10,12	1 827	11,15	1 829	11,17
$65 \leq L_{Aeq,T} < 70$	1 093	6,67	887	5,42	878	5,36
$70 \leq L_{Aeq,T} < 75$	257	1,57	106	0,65	119	0,73
$75 \leq L_{Aeq,T}$	6	0,04	1	0,01	1	0,01
<b>Součet</b>	<b>16 379</b>	<b>100,00</b>	<b>16 377</b>	<b>100,00</b>	<b>16 377</b>	<b>100,00</b>

Častým problémem při posuzování hluku v územním plánování je především fakt, že ve výhledovém stavu (variantě) není známo přesné umístění hmoty obytných budov, a tím pádem není možné modelově vypočítat hlukové zatížení jednotlivých budov. Z tohoto důvodu je nutné modelově vypočítat hlukové zatížení území v ploše a poté toto plošné zatížení protnout s územím, ve kterém se uvažuje trvalý pobyt osob. Pokud toto území navíc obsahuje údaje o počtu bydlících osob, je možné získat obdobné statistické údaje, jako v případě možnosti výpočtu s hmotami budov.

Při porovnání více variant je ovšem nutné pro objektivní hodnocení každé varianty provádět analýzu stejným způsobem. Tzn. není možné ve stávajícím stavu, kdy máme k dispozici hmoty budov, analyzovat akustickou situaci dle maximální dosažené hladiny  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy a ve výhledové variantě, kdy nejsou k dispozici hmoty budov, použít analýzu rozřazení do hlukových pásem dle obytných ploch.

Obr. 22 Ukázka grafu podílu obytných ploch v jednotlivých hlukových pásmech [1]

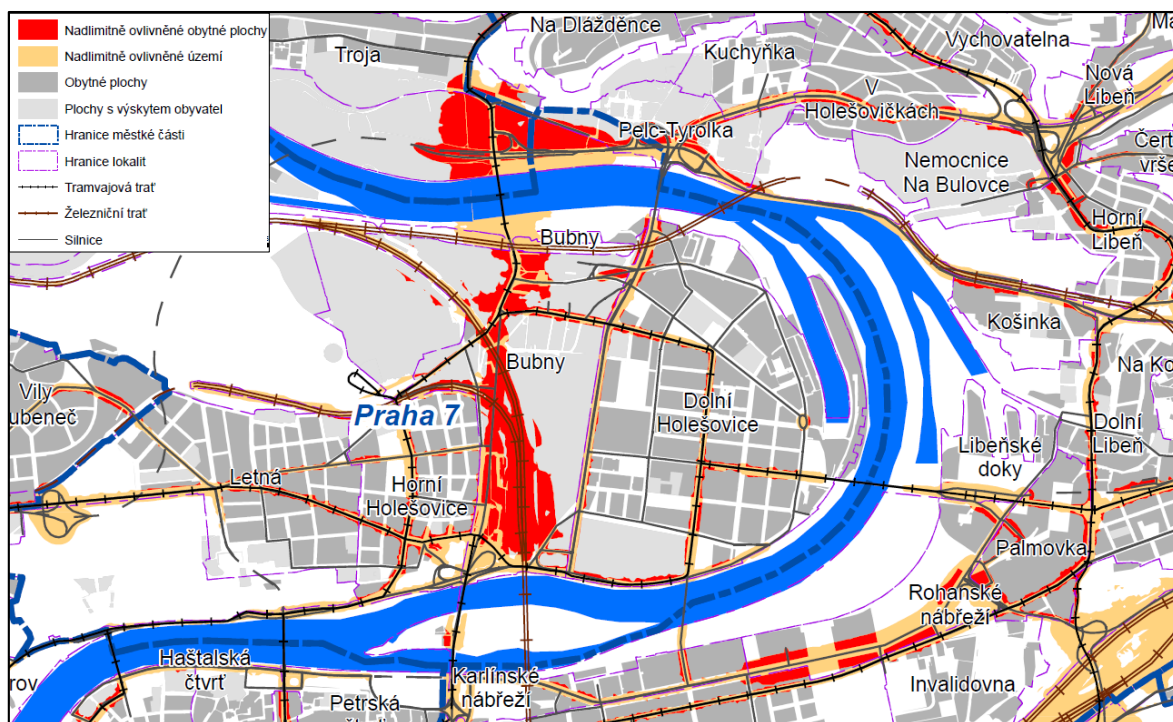


### 3.4 Nadlimitně ovlivněná území a budovy

Obdobně jako předchozí analýza, která rozřazuje budovy či plochy do 5 dB hlukových pásem, i tato analýza je používána pro posuzování nových kapacitních staveb či pro potřeby územního plánování. Výstupem této analýzy jsou zpravidla mapy, tabulky (viz Tab. 5) a grafy nadlimitně ovlivněných území a budov z více zdrojů hluku.

Vstupem do této analýzy jsou jako v předchozí analýze budovy s maximální vypočtenou hladinou  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy a především modelově vypočítané hlukové zatížení území v ploše. Tato analýza musí pracovat s faktem, že pro různé typy zdrojů hluku jsou dle legislativních požadavků rozdílné hygienické hlukové limity, viz kap. 2.3.2. Je tedy zapotřebí vymezit nadlimitně ovlivněné plochy či budovy pro každý zdroj hluku a příslušný hygienický limit zvlášť a poté vytvořit „soutisk“ takto vymezených prvků dohromady. Také v této analýze je nutné pracovat s faktem, že např. v územním plánování není možné ve výhledových stavech posuzovat jednotlivé hmoty budov zvlášť a je nutné pracovat s obytnými plochami. Ukázka možného mapového výstupu je uvedena na Obr. 23.

Obr. 23 Výřez mapy nadlimitně ovlivněných území [1]

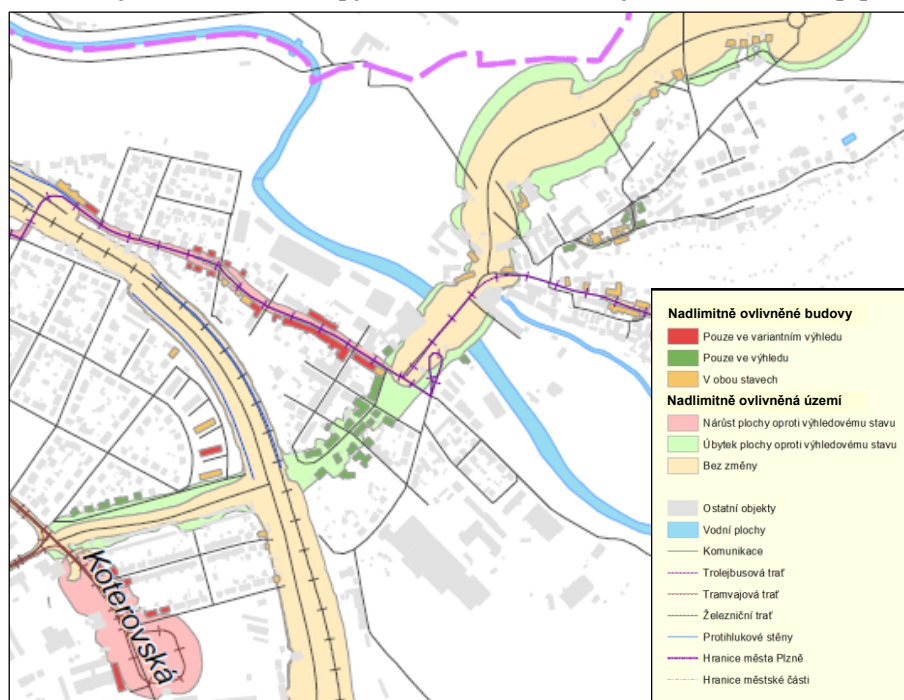


Tab. 5 Ukázka tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel [1]

Počet nadlimitně ovlivněných obyvatel		Stávající stav		Výhledový stav		Variantní výhledový stav	
		Četnost	Relativní četnost	Četnost	Relativní četnost	Četnost	Relativní četnost
DEN	Automobilová doprava	4 102	87,41	1 584	47,97	1 380	25,81
	Železniční doprava	117	2,49	1 244	37,67	1 244	23,27
	Tram. a trol. doprava	474	10,10	474	14,35	2 723	50,93
	<b>Součet</b>	<b>4 693</b>	<b>100,00</b>	<b>3 302</b>	<b>100,00</b>	<b>5 347</b>	<b>100,00</b>
NOC	Automobilová doprava	9 003	85,90	4 732	58,56	4 624	41,02
	Železniční doprava	310	2,96	2 181	26,99	2 181	19,35
	Tram. a trol. doprava	1 168	11,14	1 168	14,45	4 467	39,63
	<b>Součet</b>	<b>10 481</b>	<b>100,00</b>	<b>8 081</b>	<b>100,00</b>	<b>11 272</b>	<b>100,00</b>

Pokud existuje více posuzovaných variant (změna v čase, změna uspořádání komunikační sítě), je možné navíc vytvořit rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území a budov, viz Obr. 24. Tyto mapové výstupy znázorňují změnu (úbytek nebo nárůst) nadlimitně ovlivněných ploch. Neutrální barvou (béžová) jsou znázorněny plochy, které jsou nadlimitně ovlivněny v obou porovnávaných stavech. Zeleně jsou znázorněny nadlimitně ovlivněné plochy, např. pouze ve stávajícím stavu. Plochy, které jsou nadlimitně ovlivněny např. pouze ve výhledovém stavu, jsou znázorněny červenou barvou. Obecně platí, že když je do území zaveden nový dopravní zdroj hluku, nárůst nadlimitně ovlivněné plochy je způsoben i díky přísnějším hygienickým limitům.

Obr. 24 Výřez rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území budov [1]



## 4 PYTHON A ARCPY

### 4.1 Python

Python je interpretovaný, objektově orientovaný, vysokoúrovňový dynamický skriptovací jazyk. Jedná se o hybridní jazyk, který při psaní programů umožňuje používat jak objektově orientované paradigma, tak i paradigma procedurální a v omezené míře také funkcionální - podle toho, co se pro danou úlohu nejlépe hodí. Díky tomu má Python vynikající vyjadřovací schopnosti a kód programu je v porovnání s ostatními jazyky krátký a dobře čitelný [29]. Python podporuje moduly a balíčky, které zajišťují modularitu programu a opakované použití kódu. Program Python společně s rozsáhlou standardní knihovnou je volně k dispozici ve zdrojové nebo binární formě ve všech hlavních platformách a může být i volně distribuován [30].

### 4.2 Modul *arcpy* a Python Toolbox

Skriptovací modul *arcpy* je součástí platformy ArcGIS od verze 10.0. Pomocí jazyka Python modul *arcpy* umožňuje přístup pro všechny geoprocesingové nástroje, včetně jejich rozšíření (extenzí), stejně jako zpřístupňuje širokou škálu užitečných funkcí a tříd pro dotazování a práci s GIS daty. Využitím modulu *arcpy* lze vytvořit nekonečné množství potřebných programů, které pracují s geografickými daty [31], [32]. *Arcpy* obsahuje řadu dalších modulů, např. modul pro přístup k datům (*arcpy.da*), mapovací modul (*arcpy.mapping*) a také zpřístupňuje balíky geoprocesingových nástrojů, např. *arcpy.management*, *arcpy.analysis* či *arcpy.sa*.

#### Modul pro přístup k datům (*arcpy.da*)

Tento modul umožňuje kontrolu nad editací dat, lepší podporu kursoru (vyšší výkon) než např. starší modul *arcpy.UpdateCursor*, funkce pro převod tabulek a tříd prvků do a z matic modulu *NumPy* a podporu verzí, replik, domén a subtypů [33].



### **Mapovací modul (*arcpy.mapping*)**

Modul *arcpy.mapping* je dostupný pro všechny licence a instaluje se v rámci programu ArcGIS for Desktop [34]. Tento modul je především určen k zpracování obsahů stávajících mapových dokumentů MXD a souborů vrstev LYR. Jeho součástí jsou i funkce, které umožňují automatický export a tisk mapového výstupu. Mapovací modul lze využít k automatizaci tvorby mapy a kompletních mapových souborů právě díky funkci pro export a tvorbu map a také umožňuje spravovat PDF dokumenty. Zde jsou uvedeny některé příklady, které lze pomocí Python skriptu v modulu *arcpy.mapping* dosáhnout:

- Vytvořit soubor informací, jež jsou obsaženy v mapových dokumentech (vstupní vrstvy, zdroje dat, rozsah zobrazovaných dat, vlastnosti dispozice mapy, atd.);
- Aktualizace, opravy nebo nahrazení zdrojů dat v mapě nebo v souborech vrstvy;
- Najít a nahradit textový řetězec pro všechny mapové dokumenty ve složce;
- Aktualizaci metadat mapového dokumentu, např. klíčová slova, shrnutí nebo popis;
- Automatizovat sdílení prvků na ArcGIS Online;
- Automatizovat vytváření a spravování mapových služeb publikovaných pomocí ArcGIS Serveru;
- Uložit mapové dokumenty do nižších verzí ArcGIS pro bezproblémovou distribuci;
- Vytvořit celou mapovou knihu v PDF včetně např. sad specializovaných nebo tematických map, titulní strany a libovolného počtu dalších stránek obsahující tabulky, reporty či seznam zdrojů informací [35].

### **Balík nástrojů Správa dat (*arcpy.management*)**

Tento balík nástrojů umožňuje přístup k pomocným funkcím, třídám a vlastnostem, které slouží k řešení úkolů a ke konfiguracím, stejně jako geoprocesingový nástroj, jež je v panelu nástrojů dostupný pod položkou Správa dat. Představuje další způsob, jak automatizovat pracovní postupy pomocí jazyka Python [36].

### **Balík nástrojů Analýzy (*arcpy.analysis*)**

Pomocí tohoto balíku nástrojů je možné provádět základní GIS analýzy, jako např. překryvné operace, počítání základních statistik, vytváření obalových křivek nebo analýzy okolí [37].

## Balík nástrojů Prostorové analýzy (*arcpy.sa*)

Speciální rozšíření Prostorové analýzy („Spatial Analyst“) poskytuje uživateli ArcGIS nástroje pro prostorové modelování a následné vyhodnocování, jak pro rastrová data, tak pro data vektorová, případně jejich kombinaci 0.

## Python Toolbox

Python Toolbox jsou geoprocesingové balíky nástrojů, které jsou vytvořeny výhradně v Pythonu. Tyto balíky nástrojů a nástroje v něm uložené vypadají a fungují stejně, jako balíky nástrojů a nástroje vytvořené jakýmkoli jiným způsobem. Python Toolbox je souborem typu PYT a je založen na ASCII souboru, který definuje celý balík nástrojů a zároveň může obsahovat dílčí nástroje. Vytvoření nástrojů v Python Toolbox poskytuje řadu výhod:

- Umožňuje využít znalosti Pythonu k rychlému vytvoření plně funkčních geoprocesingových nástrojů;
- Vytvořený nástroj je nedílnou součástí geoprocesingu, stejně jako systémový nástroj, který je možno otevřít ve vyhledávacím nebo katalogovém okně, dá se použít v ModelBuilderu a oknu Python a vyvolat ho pomocí skriptů;
- Výpis zpráv nástroje je možné nechat zobrazit v okně výsledků či v zobrazení postupu nástroje v dialogovém okně spuštěného nástroje;
- Lze zajistit dokumentaci (pomocí vestavěného nástroje pro dokumentaci)
- Pokud je skript spuštěn pomocí skriptovacího nástroje, modul *arcpy* je plně nezávislý na aplikaci, ve které byl nástroj spuštěn (např. ArcMap). Nastavení provedené v aplikaci, jako např. *arcpy.env.overwriteOutput*, jsou plně v kompetenci skriptu [39].
- Python Toolbox má oproti standartním skriptovým nástrojům („Script tools“) výhodu v tom, že mohou obsahovat v jednom souboru vstupní parametry, pokročilou validaci těchto parametrů, zdrojový kód funkcí a spravování licencí. Navíc lze pomocí Python Toolbox definovat speciální typy vstupních parametrů, jako jsou „value tables“ a „composite data types“ [40].

## 5 TVORBA NÁSTROJŮ PRO VYBRANÉ ÚLOHY

Hlavním výstupem této práce je komplexní balík nástrojů pro ArcGIS for Desktop umožňující uživateli vytvořit ze surových, či mírně předpřipravených vstupních dat (výstupů z modelování hluku v SW CadnaA) grafické nebo tabelární výstupy, které je ihned možno prezentovat v rámci zpracovávaného úkolu.

Tento balík nástrojů se skládá ze čtyř dílčích nástrojů, které provádějí jednotlivé analýzy, ze kterých jsou vytvořeny mapové či tabelární výstupy. Uživatel by měl být schopen bez hlubších kartografických či geoinformatických znalostí produkovat pomocí tohoto modulu grafické a tabelární výstupy. Tento balík nástrojů je možné plně začlenit do uživatelského prostředí SW ESRI ArcGIS a je spustitelný v programech ArcMap i ArcCatalog.

Výběr vytvářených typů nástrojů vychází z aktuálních potřeb společnosti EKOLA group, spol. s r.o. Byly vybrány analýzy, které se provádějí nejčastěji a opakovaně.

Jelikož se v této kapitole, v rámci popisu funkcí, vstupů a výstupů nástrojů, operuje s různým počítačovým názvoslovím, je v Tab. 6 uvedeno označení daného pojmu – objektu v textu.

**Tab. 6 Přehled popisovaných objektů**

Objekt	Označení v textu	Příklad označení v textu
Adresář, podadresář	„adresář“	„MXD“
Přípona souboru	PŘÍPONA	MXD
Třída prvků, shapefile, soubor, dataset	<i>Třída prvků</i>	<i>budovy</i>
Atribut	„ATRIBUT“	„HB_LP1“
Funkce nástroje	„funkce“	„mapy_nadlimity“
Modul, nástroj (arcpy, Python)	<i>Modul</i>	<i>arcpy.mapping</i>

## 5.1 Vybrané GIS analýzy pro zpracování dat z hlukového mapování

V následující tabulce (Tab. 7) jsou uvedeny vybrané analýzy, které jsou řešené v rámci této práce. Jsou zde přehledně uvedeny jednotlivé požadavky na základní vstupní data (výstupy modelování hluku) a požadavky na další podpůrná vstupní data, která jsou potřebná ke správnému vyhodnocení dané analýzy, příp. pro výslednou vizualizaci v mapě. Dále je uvedena forma výstupů daného nástroje. Na závěr je uveden legislativní rámec příslušné analýzy.

Tab. 7 Přehled řešených analýz

Název analýzy (úkolů)	Vstupní data z modelování hluku	Další vstupní data	Výstupy	Legislativa
<b>Akční plány protihlukových opatření pro silnice</b>	Adresní místa budov ovlivněných nad mezní hodnotou včetně počtu obyvatel	Obce a části obcí Řešené úseky komunikací	Mapy kritických míst Tabulky	Směrnice č. 2002/49/ES, zák. č. 258/2000 Sb., vyhláška č. 523/2006 Sb.
<b>Stará hluková zátěž II. etapa</b>	Budovy s vypočtenou hodnotou $L_{Aeq,T}$ na fasádě Výpočtové body na fasádě Komunikace	Podkladové mapy Obce, části obce, KÚ	Mapy klasifikace budov Tabulky	Zákon č. 258/2000 Sb., Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.
<b>Územní plánování</b>	Budovy s vypočtenou hodnotou $L_{Aeq,T}$ na fasádě Hluková pásma Vypočtené rozdílové rastry	Sít řešených zdrojů hluku Administrativní členění území (MČ, KÚ, ZSJ atd.) Další mapové prvky dle potřeby	Mapy hlukových pásem Mapy nadlimitně ovlivněných budov, obyvatel a ploch Rozdílové mapy pásem a nadlimitní zátěže Tabulky	Zákon č. 258/2000 Sb. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.
<b>Obecné mapy hlukových pásem</b>	Hluková pásma	Další mapové prvky dle potřeby	Mapy hlukových pásem	–

## 5.2 Technické řešení

V této podkapitole je nastíněn technický rámec implementace balíku nástrojů v SW ArcGIS for Desktop.

### 5.2.1 Použitý software

Zpracování výstupů hlukového modelování probíhá ve společnosti EKOLA group, spol. s r.o. již dlouhou dobu v SW ESRI ArcGIS for Desktop [34]. Z tohoto důvodu, ale také z důvodu mnohaleté zkušenosti autora s tímto komerčním SW, byl pro implementaci nástrojů pro zpracování dat z modelování hluku použit tento SW. Tím je také zaručena praktická využitelnost tohoto nástroje. Software pro modelování hluku, který společnost využívá, je SW Datakaustik CadnaA, aktuálně ve verzi 4.6 [9].

#### ***A. Licenční politika ArcGIS for Desktop***

Jelikož má SW ArcGIS více licenčních úrovní pro různé geoprocesingové nástroje, je nutné spouštět jednotlivé nástroje pod správnou licenční úrovní. Nástroje pro řešení staré hlukové zátěže a tvorbu obecných hlukových map je možné spustit pod licencí „Basic“. Nástroj pro potřeby územního plánování potřebuje z důvodu použití funkcí *Erase*, *Identity* a *FeatureToPoint* licenční úroveň „Advanced“. Také nástroj pro akční hlukové plány je spustitelný pouze pod licencí „Advanced“ a navíc, z důvodu použití funkcí *KernelDensity* a *Reclassify*, je zapotřebí licence rozšíření „Spatial Analyst“. Pokud uživatel potřebnou licenci nedisponuje, systém automaticky nepovolí spuštění daného nástroje.

#### ***B. Vzorové mapové dokumenty – verze SW ArcGIS for Desktop***

V rámci všech mapových výstupů v této práci je snaha o použití jednotného vizuálního stylu mapových dokumentů. Proto jsou pro správnou funkci nástroje vytvořeny vzorové mapové dokumenty ve formátu MXD, které jednotlivé nástroje modifikují. Ty jsou uloženy v podadresáři „vzory“, který se nachází v kořenové složce spolu se soubory PYT a PY jednotlivých nástrojů.

Pro tvorbu vzorových mapových dokumentů byla použita verze ArcGIS 10.3, přestože je k dispozici novější verze 10.4. Důvodem je zpětná nekompatibilita mapového dokumentu vytvořeného ve verzi 10.4 (dokument verze 10.4 nelze otevřít ve verzích 10.3). Pokud by některý uživatel měl k dispozici pouze verzi 10.2 a nižší, které nejsou zpětně kompatibilní s verzí 10.3, je možné toto řešit uložením vzorových mapových dokumentů ve formátu MXD do nižší verze. Bezproblémový chod nástrojů je tedy zaručen ve verzích 10.3 a 10.4.



### 5.2.2 Programovací jazyk

Hlavním programovacím jazykem pro jednotlivé nástroje, ale i pro celý balík nástrojů, je skriptovací jazyk Python. Jazyk Python je přímo podporován v prostředí ArcGIS a umožňuje zpracování požadovaných analýz.

Pro vytváření zdrojového kódu nástrojů byl využit volně dostupný editor PyScripter ver. 2.6.0.0 [41], ve kterém probíhalo i testování základní funkčnosti jednotlivých nástrojů. Finální testování probíhalo v aplikacích ArcCatalog a ArcMap, pro které jsou nástroje určeny.

Uživatelské prostředí je řešeno sadou nástrojů ArcGIS Python Toolbox, které jsou dostupné ve většině komponent prostředí ArcGIS, např. ArcMap, ArcCatalog. Prakticky se jedná o ASCII soubor formátu PYT, který definuje celý balík nástrojů a zároveň může obsahovat dílčí nástroje, viz kap. 4.2. V této práci soubor PYT obsahuje pouze uživatelské prostředí jednotlivých nástrojů. Jednotlivé nástroje jsou představovány moduly ve formátu souboru PY, uložené pro přehlednost zvlášť pro každý nástroj. V jednotlivých souborech PY jsou definovány dílčí funkce nástrojů, popsané v kap. 5.3. Pro správnou funkci balíku nástrojů je zapotřebí, aby všechny výše jmenované soubory byly umístěné v jednom adresáři, ve kterém se dále nachází podadresář „vzory“, kde jsou uloženy vzorové mapové dokumenty MXD a soubory vrstev LYR.

Pro tvorbu všech nástrojů byl využit modul *arcpy* a jeho nástroje a funkce. Tyto funkce a jejich použití jsou detailně popsány v kap. 4.2. Použité nástroje a funkce pro tvorbu jednotlivých nástrojů z modulu *arcpy* jsou uvedeny v příloze 1, další použité vestavěné moduly jazyka Python jsou uvedeny v příloze 2.

Odchytávání případných výjimek a chyb geoprocesingu, a tím možných zámků nad daty, je řešeno pomocí konstrukce try-except dle nápovědy pro ArcGIS.

Hlavním zdrojem informací pro tvorbu nástrojů byla především velmi kvalitně zpracovaná nápověda k SW ArcGIS for Desktop ver. 10.3, která je dostupná jak v instalaci SW, tak v online verzi na internetových stránkách desktop.arcgis.com [42]. Dalšími neméně důležitými zdroji informací byly diskuze a uživatelská řešení na GIS Stack Exchange [43], Esri GitHub [44], ArcPy Café [45] a Tutorials Point [46].

### 5.2.3 Uživatelské prostředí

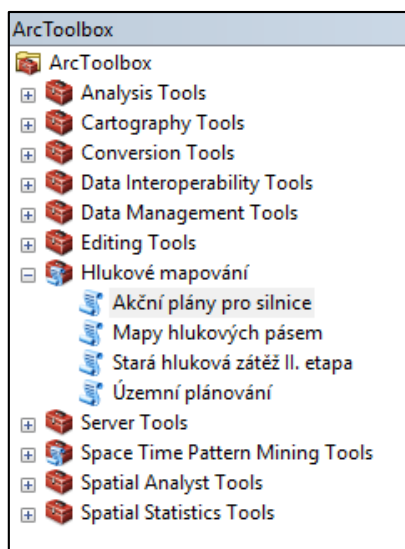
Uživatelské prostředí je řešeno sadou nástrojů ArcGIS Python Toolbox s názvem „Hlukové mapování“. Prakticky se jedná o soubor *hluk.pyt* a k němu navazující moduly ve formátu PY: *shz.py*, *up.py*, *ap.py* a *obecne.py*.

Uživatel má dvě možnosti, jak jednotlivé nástroje z balíku nástrojů „Hlukové mapování“ spustit. Obojí je možné provést v programu ArcCatalog nebo ArcMap. První možností je nalezení souboru *hluk.pyt* přímo v adresářové struktuře katalogového

okna a po zvolení položky balíku nástrojů jsou již přístupné jednotlivé nástroje. Druhou možností je připojení balíku nástrojů v okně ArcToolbox pomocí položky „Přidání nástroje“ a následném vyhledání souboru *hluk.pyt*.

Poté jsou nástroje již součástí geoprocessingu platformy ArcGIS, stejně jako systémové nástroje v instalaci ArcGIS, viz Obr. 25. Je tedy možné nástroj otevřít ve vyhledávacím nebo katalogovém okně, dá se použít v prostředí Model Builderu i okně Python a vyvolat ho pomocí skriptů.

**Obr. 25 Ukázka začlenění nástrojů do ArcToolbox**



Po inicializaci příslušného nástroje se uživateli zobrazí dialogové okno se vstupními parametry, které uživatel vyplní a poté může nástroj spustit. Pokud jsou zadány chybné parametry, je na to uživatel upozorněn systémovými varovnými či chybovými zprávami u jednotlivých vstupních parametrů. Jakmile uživatel vyplní všechna potřebná pole, může nástroj spustit. Nástroj se spouští vždy na popředí, aby mohl uživatel sledovat postup zpracování analýz a mapových, příp. tabelárních výstupů.

Po spuštění nástroje je v okně postupně vypisován jeho průběh, případně vytvořené výstupy (třídy prvků, mapové výstupy, tabelární výstupy). Pomocí ukazatele průběhu jednotlivých kroků (funkce *arcpy.SetProgressor*) může uživatel pohodlně sledovat průběh celé analýzy.

Nástroj je možné spouštět také na pozadí, uživatel musí mít tuto funkci povolenou v nastavení ArcGIS.

## 5.2.4 Použitá data

Pro vývoj a testování nástrojů byla použita data společnosti EKOLA group, spol. s r.o. Jednalo se o průřezová data různých typů zakázek hlukového mapování, které tato společnost zpracovávala a zpracovává [47].

Datovým vstupem nástrojů jsou zpravidla SHP soubory z výpočtového SW CadnaA, volně dostupná geodatabáze ArcČR 500 [48] a volně dostupná podkladová topografická mapa od ESRI formou ArcGIS mapové služby [49]. Po jednoduché úpravě ve vzorových mapových dokumentech MXD je možné místo podkladové mapy ESRI zvolit jiné podkladové mapy, např. ortofotomapy či základní mapy od ČÚZK, které ovšem nejsou volně dostupné pro komerční užití. Pro správné vykreslení podkladových map v mapových výstupech je zapotřebí připojení k internetu.

## 5.2.5 Metadata

Všechny nástroje včetně mapových dokumentů mají vyplněná metadata pomocí editoru metadat v programu ArcCatalog (viz Obr. 26).

Obr. 26 Ukázka popisu vlastností nástroje v ArcCatalog

**Mapy hlukových pásem**

**Title** Mapy hlukových pásem

**Summary**  
Tento nástroj slouží pro širokou škálu akustických posouzení zpracovávaných společností EKOLA group, spol. s r.o. Nástroj automaticky vytváří mapy hlukových pásem po 5 dB ve formátu (velikosti) a podrobnosti, které má možnost uživatel nadefinovat.

**Illustration**

**Vstupní data a údaje**      **Funkce**      **Výstupy**

```

graph LR
    subgraph Vstupní_data_a_údadej [Vstupní data a údaje]
        A1[údaje po očištění výstupů]
        A2[hlukové pásmo (údaje input prahy)]
        A3[akustická charakteristika]
        A4[rozdělení a velikost mapových výstupů]
        A5[úroveň v dB]
        A6[čas z daného AnČR 100]
        A7[Vzorový mapový dokument]
        A8[velikost výstupů]
    end

    subgraph Funkce [Funkce]
        B1[průběh... doc]
        B2[mapa]
        B3[export map]
    end

    subgraph Výstupy [Výstupy]
        C1[mapy hlukových pásem ve formátu PDF]
        C2[mapy hlukových pásem ve formátu PNG, JPG, etc.]
    end

    A1 --> B1
    A2 --> B1
    A3 --> B1
    A4 --> B1
    A5 --> B2
    A6 --> B2
    A7 --> B3
    A8 --> B3
    B1 --> B2
    B2 --> B3
    B3 --> C1
    B3 --> C2
  
```

**Usage**  
Tento nástroj slouží pro širokou škálu akustických posouzení zpracovávaných společností EKOLA group, spol. s r.o. Nástroj automaticky vytváří mapy hlukových pásem po 5 dB ve formátu (velikosti) a podrobnosti, které má možnost uživatel nadefinovat.  
Pro spuštění tohoto nástroje stačí pouze základní licence ArcGIS „Basic“.

**Syntax**  
Obecne\_hluk (cesta\_nova, {prvky}, rozsah, format\_map, podrobnost, titul, {podtitul}, akce, datum\_zadav, {logo}, arccr, png, rozliseni, kvalita)

Parameter	Explanation	Data Type
cesta_nova	Dialog Reference	Folder

## 5.3 Implementace jednotlivých analytických nástrojů

V této podkapitole je uveden detailní popis vstupních parametrů zadaných uživatelem a vstupních dat, kterými jsou zpravidla SHP soubory z výpočtového SW CadnaA. Dále jsou podrobně popsány dílčí funkce nástrojů. Na příkladech map a tabulek jsou prezentovány jednotlivé výstupy z těchto nástrojů.

Níže uvedené podkapitoly (5.3.1 až 5.3.4) jsou zároveň podrobným návodem ke správnému použití jednotlivých nástrojů. Postup připojení a spuštění celého balíku nástrojů v platformě ArcGIS je uveden v kap. 5.2.3.

### Vstupní parametry společné pro většinu nástrojů

- **Název zakázky**

Oficiální název zakázky. Pokud je název větší než 75 znaků včetně mezer, je uživatel upozorněn na příliš dlouhý název.

- **Datum odevzdání zakázky**

Měsíc a rok odevzdání zakázky, např. duben 2016.

- **Adresa zadavatele**

Uvede se název a adresa zadavatele. Položky oddělené čárkou budou odděleny na další řádek. Např. ŘSD ČR, Na Pankráci 56, 140 00 Praha.

ŘSD ČR

Na Pankráci 56

140 00 Praha

- **Logo zadavatele (nepovinný)**

Zde je možné zadat obrázek s logem zadavatele ve formátech PNG, JPG, JPEG, EMF, BMP nebo GIF. Pro lepší identifikaci zadavatele se doporučuje logo zadat, a to pokud možno v rozměrech vhodných pro tisk s delší šířkou než výškou, např. v rozlišení 500x100 obrazových bodů. Pokud uživatel logo nezadá, bude se místo loga zobrazovat defaultní obrázek sídla.

- **Cesta k ESRI souborové geodatabázi ArcČR 500, ver. 3.2**

ESRI souborová geodatabáze ArcČR 500, ver. 3.2 je volně dostupná z webových stránek společnosti ArcDATA [48] a pokud jí uživatel nedisponuje, je zapotřebí ji pro správnou funkci nástroje stáhnout z webových stránek společnosti. V průběhu zadávání parametrů je uživatel upozorněn, zda disponuje potřebnými třídami prvků. Z geodatabáze administrativního členění ArcČR 500 jsou pro potřeby analýz

a vizualizací vybrány třídy prvků okresy, obce, části obce a katastrální území. Z geodatabáze mapových prvků jsou vybrány třídy prvků silnice a sídla.

- **Možnosti výstupů – Vytvořit mapové PNG soubory**

Toto zaškrtnuté tlačítko dává uživateli možnost vytvořit kromě mapových dokumentů PDF i mapové dokumenty ve formátu PNG.

- **Možnosti výstupů – Rozlišení výstupních mapových PDF a PNG souborů**

Rozlišení v DPI při exportování map do PDF, příp. PNG souborů. V případě formátu PDF je rozlišení aplikováno na rastrovou část (podkladové mapy, průhledná hluková pásma). Doporučená hodnota pro tisk je 300–600 DPI. Pro rychlejší zobrazení a menší velikost PDF a PNG souborů je doporučena hodnota 100-200 DPI při zhoršení výsledné kvality podkladových map.

- **Možnosti výstupů – Kvalita vykreslení výstupních mapových PDF souborů**

Určuje kvalitu vykreslení vektorové složky, a tím i rychlost generování mapových PDF souborů. Na kvalitu vykreslení PNG souborů toto nastavení nemá vliv.

*Nejrychlejší* možnost je určena pro rychlé zobrazení a menší velikost PDF souborů při zhoršení kvality zobrazovaných dat. Generování PDF souborů je velice rychlé.

*Normální* kvalita vykreslení je vyvážená pro dobré zobrazení na obrazovce a střední rychlosti generování PDF souborů.

*Nejlepší* kvalita je určena pro tiskovou produkci a konečnou distribuci PDF souborů. Generování PDF souborů je časově náročné.

- **Vzorové mapové dokumenty a soubory vrstev**

Pro správnou funkci nástroje jsou zapotřebí další data, která nejsou součástí nástroje Python, ale do nichž by běžný uživatel neměl zasahovat.

Pro jednotnou vizualizaci mapových výstupů byly vytvořeny vzorové mapové dokumenty MXD ve formátech velikosti A1, A2 a A3 a soubory vrstev LYR pro příslušné mapové prvky. Tyto soubory musí být uloženy v podadresáři „vzory“, který se nachází ve stejném adresáři jako soubor PYT a soubory PY, představující balík nástrojů, resp. moduly jednotlivých nástrojů.



### 5.3.1 Akční plány protihlukových opatření pro silnice

Cílem této analýzy prováděné v rámci zpracování akčních plánů je především stanovit kritická místa. Jedná se o místa, kde dochází k překračování mezních hodnot (v tomto případě je hodnota ukazatele  $L_n$  větší než 60 dB) ve vztahu k počtu, resp. hustotě zasažených osob. Tato kritická místa jsou rozčleněna do dvou priorit. Akčním plánům protihlukových opatření se podrobně věnuje kap. 0.

Tento nástroj tedy pomocí dalších nástrojů prostorové analýzy vymezuje kritická místa na základě hustoty ovlivněných osob nad mezní hodnotu a jeho výstupem jsou mapy kritických míst a tabulky s počtem ovlivněných obyvatel v jednotlivých prioritách. Kritická místa jsou pro přehlednost prezentována jako vymezený pás podél řešeného úseku komunikace. Nástroj je zpracován pro řešení akčních plánů hlavních pozemních komunikací ve správě ŘSD, a to vždy pro každý kraj ČR samostatně.

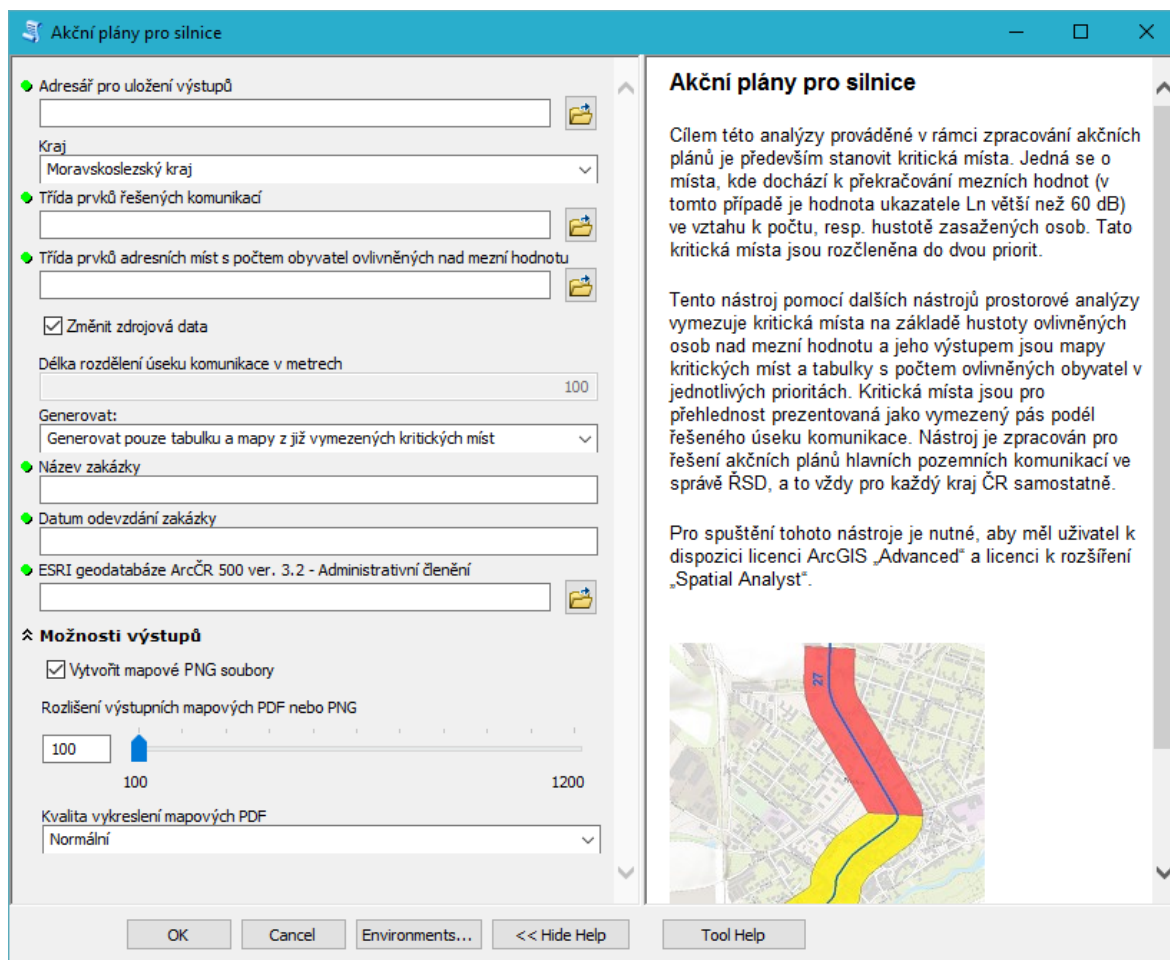
Pro spuštění tohoto nástroje je nutné, aby měl uživatel k dispozici licenci ArcGIS „Advanced“ a licenci k rozšíření „Spatial Analyst“.

#### **A. Vstupní data**

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé vstupní parametry, které musí uživatel vyplnit pro správnou funkci nástroje.

Na Obr. 27 je uvedena ukázka uživatelského dialogového rozhraní nástroje Python, který je začleněn do balíků nástrojů „Hlukové mapování“ v ArcGIS.

Obr. 27 Dialogové okno nástroje pro analýzy akčních plánů silnic



## Vstupní parametry v dialogovém rozhraní nástroje

Níže je uveden popis vstupních parametrů v dialogovém rozhraní nástroje, které může uživatel nadefinovat dle potřeby.

- **Adresář pro uložení výstupů**

Cesta k adresáři, ve kterém budou vytvořeny veškeré výstupy (viz odstavec C). Dále je označován jako kořenový adresář.

- **Kraj**

V tomto poli uživatel vybere požadovaný kraj, ve kterém chce provést vymezení kritických míst.

- **Třída prvků řešených komunikací**

V tomto poli je automaticky vyplněna cesta k liniové třídě prvků řešených komunikací, které se nacházejí v připravených souborových geodatabázích jednotlivých krajů.

- **Třída prvků adresních míst s počtem obyvatel ovlivněných nad mezní hodnotou**

Zde je nutné zadat bodovou třídu prvků adresních míst z výstupů SHM (zdroj dat SLDB), která obsahuje údaje o počtu obyvatel ovlivněných nad mezní hodnotu  $L_n = 60$ . Počet obyvatel musí být v atributu „POCET\_OBYV“ a dále musí obsahovat atributy prvků územní identifikace (název obce a název a kód části obce). Cesty jsou automaticky vyplněny na základě zvoleného kraje. Pokud uživatel chce zvolit jinou cestu ke třídě prvků adresních míst či komunikací, je toto možné po zaškrtnutí políčka změnit zdrojová data.

- **Délka rozdělení úseku komunikace v metrech**

Udaná hodnota bude určovat délku úseku komunikace pro vytváření vymezených pásů kritických míst podél řešeného úseku komunikace. Zadáním hodnoty menší než 50 m vzniknou sice podrobná, ale velmi krátká kritická místa, která nejsou pro zobrazení v mapách vhodná. Doporučuje se tedy udávat delší vzdálenost (optimálně 75–100 m). Zde je na uživateli, jaké rozdělení komunikace zvolí. Pokud nebude s výsledkem spokojen, je možné proces tvorby kritických míst opakovat se zvolením jiné hodnoty.

- **Spustit pouze některé části nástroje**

Zde jsou na výběr následující možnosti:

- Vypočítat pouze hustotu ovlivněných obyvatel
- Generovat pouze kritická místa
- Vypočítat hustotu a generovat kritická místa
- Generovat pouze tabulku a mapy z již vymezených kritických míst
- Spustit celý proces

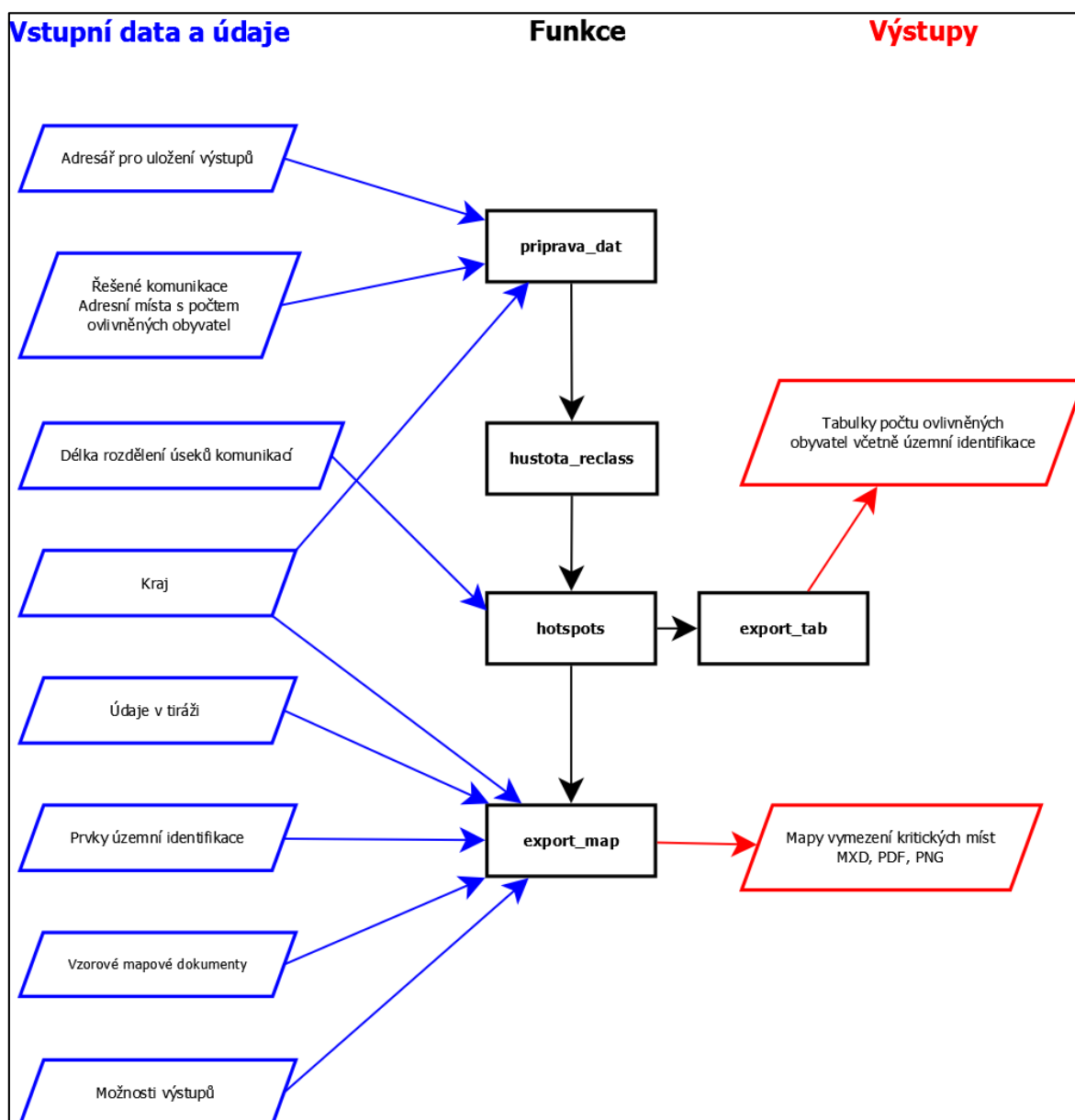
Uživatel si zde má možnost vybrat jakou fázi nástroje spustí. To je např. výhodné pro zjištění optimální délky dělení komunikace a tím vymezení kritických míst z již vypočítané hustoty ovlivněných obyvatel, která je časově náročná. Někdy je také nutné manuálně zasáhnout do vymezených kritických míst a graficky je upravit, např. vyhladit jejich průběh. Po úpravě je možné generovat již jen pouze mapy a tabulku.

## B. Popis funkcí nástroje

V níže uvedených odstavcích je detailní popis jednotlivých funkcí tohoto nástroje. Jména funkcí jsou uváděna v uvozovkách a jsou totožná se jmény funkcí ve zdrojovém kódu. Zdrojový kód pro tuto analýzu je v souboru *ap.py*.

Schéma jednotlivých procesů nástroje včetně vstupů a výstupů z jednotlivých funkcí je uvedeno ve vývojovém diagramu na Obr. 28.

Obr. 28 Vývojový diagram nástroje pro analýzy akčních plánů



- **Funkce „příprava\_dat“**

Po zadání vstupních parametrů a spuštění nástroje je tato funkce spuštěna jako první. Pomocí geoprocesingového nástroje *CopyFeatures* převádí zdrojová data obyvatel a komunikací do příslušných tříd prvků v nově vytvořené ESRI souborové geodatabázi *Data\_{KRAJ}.gdb* vytvořené v kořenovém adresáři.

- **Funkce „hustota\_reclass“**

Tato funkce, pomocí geoprocesingových nástrojů *KernelDensity* a *Reclassify* z rozšíření Spatial Analyst (*arcpy.sa*) a konverzního nástroje *RasterToPolygon*, vytváří kritická místa za podmínek daných v kap. 3.1.2B. Tedy kritická místa priority I jsou vytvořena v místech s hustotou ovlivněných obyvatel nad mezní hodnotou  $\geq 10$  obyvatel/1 000 m<sup>2</sup>. Místa priority II jsou definována v rozmezí 1–10 obyvatel/1 000 m<sup>2</sup>. Zároveň je touto funkcí zjištěn počet ovlivněných obyvatel v jednotlivých kritických místech.

- **Funkce „hotspots“**

Tato funkce navazuje na předchozí funkci a pomocí objektu *Geometry* a funkcí *SplitLineAtPoint* a *SelectLayerByLocation* přiřazuje úsekům komunikací (rozdělených dle vstupního parametru) jednotlivá kritická místa.

- **Funkce „export\_tab“**

Funkce generuje sumarizační tabulku s počtem ovlivněných obyvatel v obou prioritách v jednotlivých obcích a částech obcí. Výčet ovlivněných obcí je předáván funkci „export\_map“. Dále generuje počty ovlivněných obyvatel nad mezní hodnotu v obcích daného kraje.

- **Funkce „export\_map“**

Poslední funkcí je tvorba výsledných mapových výstupů členěných dle pouze ovlivněných obcí. Funkce automaticky rozhoduje, zda kritická místa v dané obci budou zobrazena ve formátu mapy A2 nebo A3.

### ***C. Výstupy analýzy (nástroje)***

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé výstupy, které vytváří nástroj pro analýzu akčních hlukových plánů.

- **Mapové dokumenty ve formátu PDF, příp. PNG**

Hlavním výstupem nástroje jsou mapové dokumenty ve formátu PDF velikosti A2 či A3, které jsou ukládány do podadresáře „PDF“ umístěného v adresáři pro uložení výstupů. Mapové dokumenty jsou pojmenovány dle pořadového čísla mapy, názvu obce a formátu mapy, např. *02\_Liberec\_A2.pdf*. Mapy jsou exportovány jak do samostatných



souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru s názvem řešeného kraje. Mapy jsou vyhotovené dle zásad tematické kartografie. Mapový list obsahuje tiráž se všemi potřebnými údaji, nechybí zde ani číselné a grafické měřítko či směrovka. Ukázka mapového výstupu nástroje je uvedena na Obr. 29.

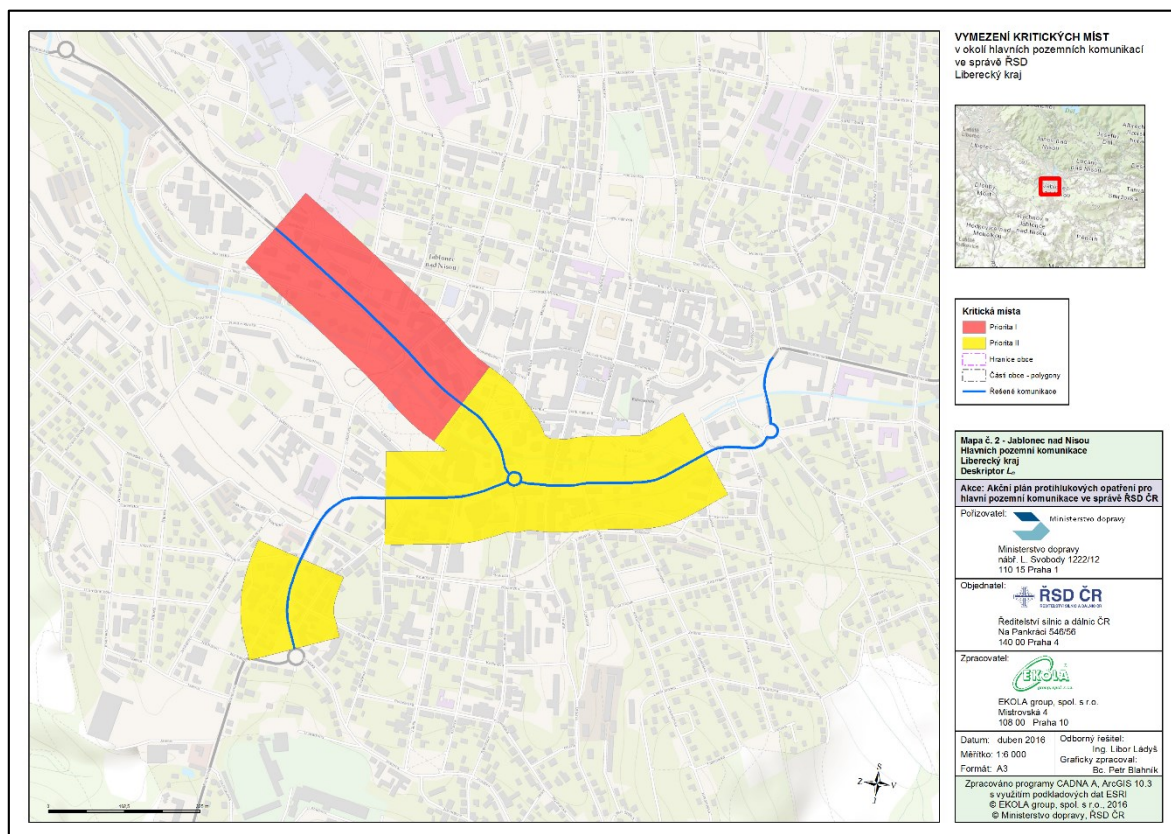
- **Mapové dokumenty ve formátu MXD**

Současně s mapami ve formátu PDF jsou generovány příslušné mapové dokumenty ve formátu MXD označené stejným způsobem jako mapy ve formátu PDF. Tyto MXD soubory jsou ukládány do podadresáře „MXD“.

- **Tabelární výstupy ve formátu XLS**

Dále je v kořenovém adresáři vytvořena XLS tabulka, která obsahuje dva listy. V prvním listu je tabulka vybraných obcí, ve kterých byli identifikováni obyvatelé ovlivnění nad mezní hodnotu  $L_n = 60$  dB. Je zde uveden počet obyvatel a počet staveb pro bydlení. Ve druhém listu je uvedena tabulka počtu osob ovlivněných nad mezní hodnotu v kritických místech I. a II. priority.

Obr. 29 Příklad výsledné mapy AP



**Tab. 8 Příklad výsledné tabulky – počet obyvatel v kritických místech**

Obec	Název a kód části obce	Počet obyvatel	
		Priorita I	Priorita II
Jablonec nad Nisou	Jablonec nad Nisou [408085]	558	245
Liberec	Liberec I-Staré Město [408638]	132	145
	Liberec III-Jeřáb [408930]	0	21
	Liberec V-Kristiánov [408956]	0	21
	Liberec VI-Rochlice [408646]	128	33
	Liberec XI-Růžodol I [408697]	0	32
<b>Celkový počet obyvatel v kritických místech</b>		<b>818</b>	<b>497</b>

### 5.3.2 Stará hluková zátěž II. etapa

Tento nástroj je použitelný při zpracování řešení staré hlukové zátěže v II. etapě. Obecný popis této analýzy je uveden v kap. 3.2

Nástroj rozřazuje obytné budovy do definovaných hlukových tříd staré hlukové zátěže a vytypovává budovy, jejichž fasáda je nejvíce zasažená hlukem. Mapovým výstupem je hluková mapa ve formátu PDF s vyobrazením budov v semaforovém rozřazení (zelená, žlutá, červená) do hlukových tříd včetně zobrazení referenčních výpočtových bodů. Zelená barva je použita pro budovy, na jejichž fasádě se vypočtená hladina  $L_{Aeq,T}$  pohybuje v rozmezí -10 až -2 dB pod hygienickým limitem pro dané denní období. Žlutá barva je použita pro rozmezí -1,9 až 0,0 dB pod hygienickým limitem. Červená barva značí nadlimitní hlukovou zátěž. Dalším výstupem je XLS tabulka hodnocených budov rozřazených do jednotlivých tříd včetně prvků územní identifikace (obec, část obce, katastrální území) a tabulka výsledné sumarizace hodnocených budov. Tyto tabulky je možné, bez dalších úprav, vložit do souhrnné zprávy při zpracování řešení staré hlukové zátěže v II. etapě.

Řešení staré hlukové zátěže se zpravidla provádí jen pro jednoho objednatele, tomu odpovídá tiráž mapového dokumentu a menší počet vstupních proměnných oproti dalším nástrojům.

Pokud by byl v budoucnu změněn legislativní rámec pro starou hlukovou zátěž, je možné po jednoduché úpravě daných hygienických limitů tento nástroj využívat i po změně legislativy.

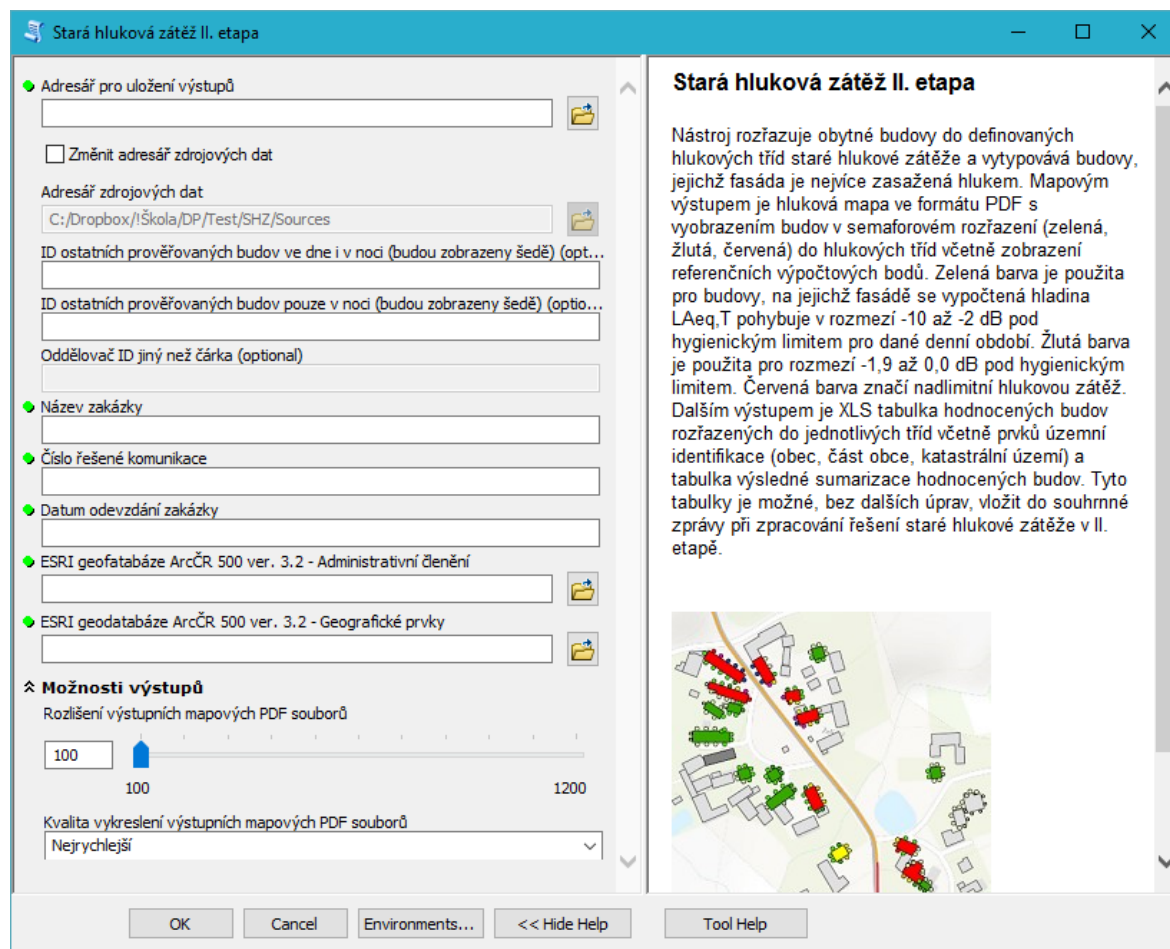
Pro spuštění tohoto nástroje stačí pouze základní licence ArcGIS „Basic“.

#### **A. Vstupní data**

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé vstupní parametry, které musí uživatel vyplnit pro správnou funkci nástroje.

Na Obr. 30 je uvedena ukázka uživatelského dialogového rozhraní nástroje Python, který je začleněn do balíků nástrojů „Hlukové mapování“ v ArcGIS.

Obr. 30 Dialogové okno nástroje pro analýzy staré hlukové zátěže



## Vstupní parametry v dialogovém rozhraní nástroje

Níže je uveden popis vstupních parametrů v dialogovém rozhraní nástroje, které může uživatel nadefinovat dle potřeby.

- **Adresář pro uložení výstupů**

Cesta k adresáři, ve kterém budou vytvořeny veškeré výstupy (viz kap. C).

- **Změnit adresář zdrojových dat**

Zaškrtnuté pole umožňuje zpřístupnit úpravu cesty k adresáři se zdrojovými daty.

- **Adresář zdrojových dat**

V této položce je automaticky vyplněna cesta k podadresáři „Sources“ v adresáři pro uložení výstupů, který musí obsahovat následující prvky z výpočtového SW CadnaA včetně odpovídajících názvů a požadovaných atributových polí.

*Budovy.shp* – třída prvků budov včetně maximální vypočítané hladiny  $L_{Aeq,T}$  na celé fasádě v dB s atributy „HB\_LP1“ pro denní dobu a „HB\_LP2“ pro noční dobu;

*Silnice.shp* – třída prvků řešených komunikací včetně emisní charakteristiky s atributy „LMET“ v dB pro denní dobu a „LMEN“ v dB pro noční dobu;

*XY.txt* – výpočtové body exportované do textového souboru včetně maximální vypočítané hladiny  $L_{Aeq,T}$  pro jednotlivé body po obvodu celé fasády s odstupem od fasády budovy 2 m.

Pokud se v automaticky vyplněném adresáři zdrojových dat tyto prvky nenacházejí, je nutné pomocí tlačítka „Změnit adresář zdrojových dat“ zpřístupnit možnost změny adresáře a zvolit správnou cestu k adresáři zdrojových dat.

- **ID ostatních prověřovaných budov ve dne i v noci (budou zobrazeny šedě)**

Seznam ID ostatních prověřovaných budov ve dne a v noci (v mapě budou obarveny tmavě šedou barvou).

- **ID ostatních prověřovaných budov pouze v noci (budou zobrazeny šedě)**

Seznam ID ostatních prověřovaných budov pouze v noci (v mapě budou obarveny tmavě šedou barvou).

- **Oddělovač ID jiný než čárka (nepovinný)**

Pole je nutné vyplnit, pokud byl v seznamu ID použit jiný oddělovač než prostá čárka. Např. čárka + mezera. Pole je zpřístupněné za předpokladu vložení ID do předchozích polí.

- **Číslo řešené komunikace**

Označení řešené komunikace včetně čísla, např. I/15.

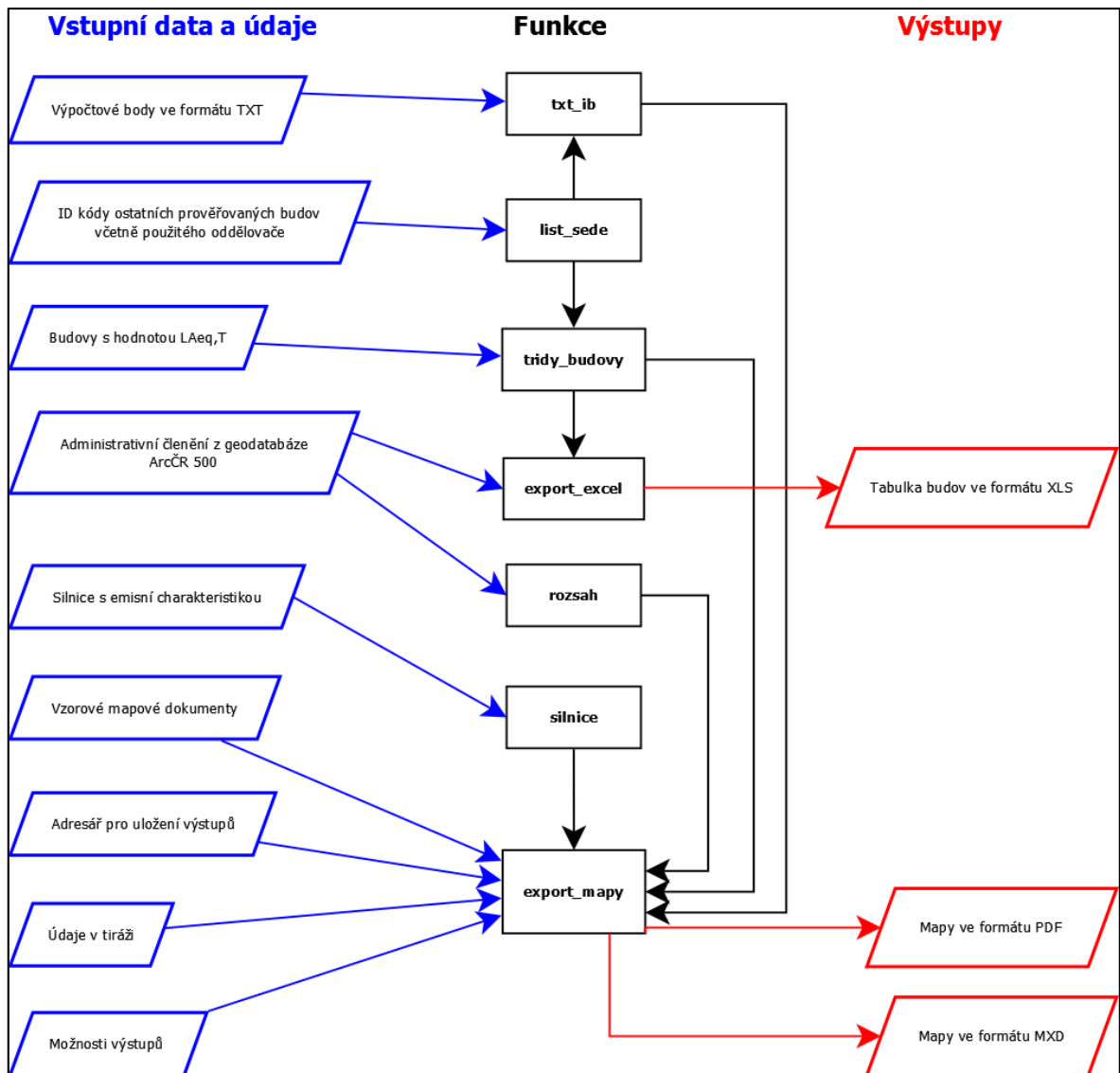
## ***B. Popis funkcí nástroje***

V níže uvedených odstavcích je detailní popis jednotlivých funkcí tohoto nástroje. Jména funkcí jsou uváděna v uvozovkách a jsou totožná se jmény funkcí ve zdrojovém kódu. Zdrojový kód pro tuto analýzu je v souboru *shz.py*.

Schéma jednotlivých procesů nástroje včetně vstupů a výstupů z jednotlivých funkcí je uvedeno ve vývojovém diagramu na Obr. 31.



Obr. 31 Vývojový diagram nástroje pro analýzy staré hlukové zátěže



- **Pomocná funkce „list\_sede“**

Tato pomocná funkce transformuje uživatelem zadané ID šedých budov do n-tice dvou listů, dle zadaného oddělovače ID. Tato n-tice je poté využívána pro identifikace ostatních prověřovaných budov ve funkcích „txt\_ib“ a „tridy\_budovy“.

- **Funkce „txt\_ib“**

Funkce převádí textový soubor výpočtových bodů do třídy prvků *imisni\_body* ve výsledné souborové geodatabázi *Data.gdb* včetně zapsání atributů vypočtených hodnot a atributu ostatní prověřované budovy. Ostatní prověřovaná budova je definovaná na základě uživatelem vloženého ID budovy ve vstupních parametrech nástroje. Použité geoprocessingové nástroje jsou *InsertCursor* a *CreateFeatureclass*.

- **Funkce „silnice“**

Tato funkce pouze převádí soubor *silnice.shp* do třídy prvků *silnice* do souborové geodatabáze. Využívá k tomu nástroj *CopyFeatures*.

- **Funkce „tridy\_budovy“**

Funkce nejdříve převádí soubor *budovy.shp* do třídy prvků *budovy* do souborové geodatabáze. Dále přidává potřebná atributová pole pro identifikaci třídy budovy, do kterých jsou následně zapisovány příslušná označení třídy SHZ dle podmínek uvedených v následující tabulce:

**Tab. 9 Podmínky rozdělení budov do tříd SHZ v denní a noční době**

Třída SHZ	Nejvyšší hodnota $L_{Aeq,T}$ na fasádě budovy	
	Denní doba	Noční doba
0	60,0 dB a méně	50,0 dB a méně
1	60,1 dB – 68,0 dB	50,1 dB – 58,0 dB
2	68,1 dB – 70,0 dB	58,1 dB – 60,0 dB
3	více než 70,0 dB	více než 60,0 dB

Do atributu třídy SHZ je dále zapsána i pomocná hodnota 9 značící ostatní prověřovanou budovu. Ostatní prověřovaná budova je definovaná na základě uživatelem vloženého ID budovy ve vstupních parametrech nástroje. Pro zápis jednotlivých atributů je využit nástroj *UpdateCursor* z modulu k přístupu k datům *arcpy.da*.

- **Funkce „export\_excel“**

Tato funkce vytváří tabulku hodnocených budov (tzn. s vypočtenou hodnotou  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy) ve formátu XLS. Pro tvorbu tabulky ve formátu XLS byl využit vestavěný Python modul *xlwt*. Tabulka obsahuje formátování buněk (tučné a vycentrované nadpisy, zaokrouhlení čísel či barevné výplně buněk a ohraničení) s využitím nástroje *easyxf*. Pro územní identifikaci budov na základě příslušnosti k dané obci, části obce a katastrálnímu území byl využit geoprocessingový nástroj *SpatialJoin* z analytického modulu *arcpy analyst*.

- **Funkce „rozsah“**

Tato klíčová funkce celého nástroje automaticky zjišťuje rozsah hodnocených budov v jednotlivých obcích či částech obce a vytváří pro každý mapový výstup objekt typu list, který obsahuje název obce případně navíc část obce a rozsah daného mapového výstupu. Primárně jsou mapy generovány pro jednotlivé obce v měřítkách v rozmezí 1 : 2 500 a 1 : 4 000, pokud je ovšem daná obec větší než maximální formát mapy A1, je mapa rozdělena na více částí obce, v případě velké části obce na indexované mapy obce „a“, „b“, atd.

V této funkci jsou ve velké míře využity geoprocesingové nástroje z modulu *arcpy.management* *MakeFeatureLayer*, *CreateFeatureClass*, *SelectLayerByLocation*, *SelectLayerByAttribute*, *MultipartToSinglepart*, všechny nástroje z modulu *arcpy.da* a nástroj *Buffer*. Dále je zde klíčové využití objektu typu *arcpy.Extent*.

- **Funkce „export\_mapy“**

Poslední klíčovou funkcí je výsledná úprava mapového dokumentu. Funkce definuje pro každý mapový list formát mapy (A1, A2 nebo A3) dle porovnání rozsahu území zjištěného funkcí „rozsah“ a definovanými rozměry jednotlivých formátů mapových výstupů. Pomocí funkce *arcpy.ListFiles* načítá příslušné vzory mapových dokumentů a modifikuje tiráž mapy a další mapové prvky do výsledné podoby. Následně jsou mapy příslušně pojmenovány, očíslovány a exportovány jak do samostatných souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru *mapy\_vse.pdf*. Dle čísla a názvu mapy jsou vytvořeny i příslušné MXD soubory.

### **C. Výstupy analýzy (nástroje)**

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé výstupy, které vytváří nástroj pro analýzu staré hlukové zátěže ve II. etapě.

- **Mapové dokumenty ve formátu PDF**

Hlavním výstupem jsou mapové dokumenty ve formátu PDF, které jsou ukládány do podadresáře „PDF“ umístěného v adresáři pro uložení. Mapové dokumenty jsou pojmenovány dle čísla komunikace a názvu obce a případně ještě části obce. V případě více map (obcí) jsou tyto očíslovány vzestupně podle polohy obce ve sledované lokalitě. Mapy jsou exportovány jak do samostatných souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru *mapy\_vse.pdf*. Mapy jsou vyhotovené dle zásad tematické kartografie s přihlédnutím ke specifickému zaměření na hlukovou problematiku a kontinuitu mapových výstupů společnosti EKOLA group. To se odráží např. ve větším počtu barevných tónů v rozdělení hladin  $L_{Aeq,T}$  u výpočtových bodů či v rozdělení barev v případě emisní charakteristiky komunikace. Mapový list obsahuje tiráž se všemi potřebnými údaji, nechybí zde ani číselné a grafické měřítko či směrovka. Ukázka mapového výstupu nástroje je uvedena na Obr. 32.

- **Mapové dokumenty ve formátu MXD**

Současně s mapami ve formátu PDF jsou generovány příslušné mapové dokumenty ve formátu MXD označené stejným způsobem jako mapy ve formátu PDF. Tyto MXD soubory jsou ukládány do podadresáře „MXD“ umístěného v adresáři pro uložení výstupů.



**Tab. 10 Příklad výsledné tabulky hodnocených budov**

ID	Obec	Část obce	Katastrální území	L <sub>Aeq</sub> den [dB]	L <sub>Aeq</sub> noc [dB]	Třída den	Třída noc
130	Trnovany	Trnovany	Trnovany u Litoměřic	59,8	55,1	0	1
131	Trnovany	Trnovany	Trnovany u Litoměřic	66,6	62,0	1	3
132	Býčkovice	Býčkovice	Býčkovice	63,3	56,6	1	1
133	Býčkovice	Býčkovice	Býčkovice	57,7	50,9	0	1
134	Býčkovice	Býčkovice	Býčkovice	68,4	61,6	2	3
136	Horní Řepčice	Horní Řepčice	Horní Řepčice	66,7	60,3	1	3
147	Horní Řepčice	Horní Řepčice	Horní Řepčice	55,0	48,4	0	0
148	Horní Řepčice	Horní Řepčice	Horní Řepčice	67,8	61,3	1	3
149	Liběšice	Liběšice	Liběšice u Litoměřic	64,1	57,6	1	1
150	Liběšice	Liběšice	Liběšice u Litoměřic	63,0	56,5	1	1
151	Liběšice	Liběšice	Liběšice u Litoměřic	63,0	56,5	1	1

**Tab. 11 Příklad výsledné sumarizační tabulky hodnocených budov**

Sumarizace	Denní doba	Noční doba
Počet budov tříd 0 a 1	205	134
Počet budov třídy 0	62	29
Počet budov třídy 1	143	105
Počet budov třídy 2	37	40
Počet budov třídy 3	23	90
Celkem budov (třída 0 – 3)	265	264



### 5.3.3 Územní plánování

Tento nástroj kombinuje analýzy, které jsou detailněji popsány v kap. 3.3 a 3.4. Rozřazuje budovy v daném území do 5 dB hlukových pásem na základě maximální vypočtené hladiny  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy s cílem zjistit počet ovlivněných obyvatel a budov v jednotlivých hlukových pásmech. Rozřazena do hlukových pásem je také výměra plochy ovlivněného území. Dále funkce vymezuje nadlimitně ovlivněné plochy a budovy (včetně počtu obyvatel) pro každý zdroj hluku a příslušný hygienický limit zvlášť a poté vytvoří „soutisk“ takto vymezených prvků dohromady. Tato analýza musí pracovat s faktem, že pro různé typy zdrojů hluku jsou dle legislativních požadavků rozdílné hygienické hlukové limity, viz kap. 2.3.2.

Vstupem do této analýzy jsou tedy budovy s maximální vypočtenou hladinou  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy a především modelově vypočítané hlukové zatížení území v ploše v dané výšce pro všechny hodnocené zdroje. Uživatel výčet hodnocených zdrojů nemusí definovat, nástroj toto zjišťuje automaticky. Pro správnou funkci nástroje je ovšem nutné, aby všechny vstupní prvky byly pojmenované dle zásad uvedených v Tab. 12 v části 0. Pokud chce uživatel analyzovat více variant, je třeba nástroj spustit opakovaně pro každou variantu.

Výstupem této analýzy jsou mapy hlukových pásem a nadlimitně ovlivněných území a budov provedených pro jednotlivé zdroje hluku zvlášť. Pokud existuje více posuzovaných variant (změna v čase, změna uspořádání komunikační sítě), je možné navíc vytvořit rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území a budov. Mimo mapových výstupů nástroj produkuje také tabelární výstupy.

Pro spuštění tohoto nástroje je nutné, aby měl uživatel k dispozici licenci ArcGIS „Advanced“.

## A. Vstupní data

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé vstupní parametry, které musí uživatel vyplnit pro správnou funkci nástroje.

Na Obr. 33 je uvedena ukázka uživatelského dialogového rozhraní nástroje Python, který je začleněn do balíků nástrojů „Hlukové mapování“ v ArcGIS.

**Obr. 33 Dialogové okno nástroje pro analýzy pro územního plánování**

**Územní plánování**

Adresář pro uložení výstupů

Adresář zdrojových dat dané varianty

Zdroje dat - územní jednotky

Zdroje dat - typ územní jednotky

ZS3

Zdroje dat - atributové pole názvu územní jednotky

Zdroje dat - prvky mapy (optional)

Třída prvků	Prvek v mapě

Název analyzované varianty, označení varianty

☐ Vytvořit rozdílové mapy?

Název rozdílové varianty, označení rozdílové varianty (optional)

☒ Počítat statistiky?

Titul mapy

Název zakázky

Datum odevzdání zakázky

Adresa zadavatele

Logo zadavatele (optional)

**Možnosti výstupů**

Rozlišení výstupních mapových PDF

300 100 1200

Kvalita vykreslení mapových PDF

Normální

**Územní plánování**

Nástroj rozřazuje budovy v daném území do 5 dB hlukových pásem na základě maximální vypočtené hladiny  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy s cílem zjistit počet ovlivněných obyvatel a budov v jednotlivých hlukových pásmech. Rozřazena do hlukových pásem je také výměra plochy ovlivněného území. Dále funkce vymezuje nadlimitně ovlivněné plochy a budovy (včetně počtu obyvatel) pro každý zdroj hluku a příslušný hygienický limit zvlášť a poté vytvoří „soutisk“ takto vymezených prvků dohromady. Tato analýza musí pracovat s faktem, že pro různé typy zdrojů hluku jsou dle legislativních požadavků rozdílné hygienické hlukové limity.

Vstupem do této analýzy jsou tedy budovy s maximální vypočtenou hladinou  $L_{Aeq,T}$  na fasádě budovy a především modelově vypočítané hlukové zatížení území v ploše v dané výšce pro všechny hodnocené zdroje. Uživatel výčet hodnocených zdrojů nemusí definovat, nástroj toto zjišťuje automaticky. Pro správnou funkci nástroje je ovšem nutné, aby všechny vstupní prvky byly pojmenované dle zásad uvedených v Tab. 12 v odstavci A návodu. Pokud chce uživatel analyzovat více variant, je třeba nástroj spustit opakovaně pro každou variantu.

Výstupem této analýzy jsou mapy hlukových pásem a nadlimitně ovlivněných území a budov provedených pro jednotlivé zdroje hluku zvlášť. Pokud existuje více posuzovaných variant (změna v čase, změna uspořádání komunikační sítě), je možné navíc vytvořit rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území a budov. Mimo mapových výstupů nástroj produkuje také tabulkové výstupy.

Centrum-západ, Píseň-historické jádro, Centrum-jihozápad, Centrum-jih

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

## Vstupní parametry v dialogovém rozhraní nástroje

Níže je uveden popis vstupních parametrů v dialogovém rozhraní nástroje, které může uživatel nadefinovat dle potřeby.

- **Adresář pro uložení výstupů**

Cesta k adresáři, ve kterém budou vytvořeny veškeré výstupy (viz odstavec C). Dále je označován jako kořenový adresář.

- **Adresář zdrojových dat dané varianty**

V této položce je nutné zadat cestu k adresáři, ve kterém jsou uloženy polygonové třídy prvků hlukových pásem a budov z výpočtového SW CadnaA pro všechny řešené zdroje hluku a hygienické limity v dané variantě. Pro správnou funkci nástroje je nutné tyto prvky exportovat ze SW CadnaA v následujících formátech včetně odpovídajících názvů a příslušných atributů. V Tab. 12 je uveden seznam všech možných pojmenování vstupních tříd prvků hlukových pásem a budov.

**Tab. 12** Tabulka pro pojmenování tříd prvků budov a pásem

Zdroj hluku	Označení zdroje hluku	Označení hyg. limitu	Označení typu třídy prvků	Označení období
Automobilová doprava	sil	70_60; 60_50; 55_45; celkem	HB; rastr	den; noc
Železniční doprava	zel	70_65; 55_50; celkem	HB; rastr	den; noc
Tramvajová a trolejbusová doprava	tram	70_60; 55_45; celkem	HB; rastr	den; noc
Letecká doprava	let	60_50; celkem	HB; rastr	den; noc
Všechny dopravní zdroje dohromady	vse	celkem	HB; rastr	den; noc

**Budovy** – polygonová třída prvků všech budov včetně maximální vypočítané hladiny  $L_{Aeq,T}$  v dB na celé fasádě budovy s atributy „HB\_LP1“ pro denní dobu a „HB\_LP2“ pro noční dobu v obytných budovách. Pro označení obytné (hodnocené) budovy je nutné v SW CadnaA u vybraných budov zaškrtnout políčko „Obytná budova“ – atribut „WG='x'“. Takto připravené budovy je zapotřebí exportovat zvlášť pro všechny řešené zdroje hluku a hygienické limity a za pomoci jednotného formátu uvedeného níže je pojmenovat. Dále je třeba pro správné provedení analýz exportovat celkovou akustickou situaci bez jednotlivých hygienických limitů (označení *zdroj\_celkem*) pro všechny zdroje zvlášť a nakonec celkovou akustickou situaci pro všechny zdroje dohromady (označení *vse\_celkem*). Formát jména příslušných tříd prvků popisují následující příklady uvedené v tabulce Tab. 13.

Tab. 13 Příklady pojmenování tříd prvků budov

Příklad pojmenování	Vysvětlení označení
var_zdroj_limit_HB	Označení varianty, Zdroj hluku (sil, tram, zel, let, vse), Hygienický limit ve dne, Hygienický limit v noci, „HB“
vyhled_sil_70_60_HB	Výhledová varianta, Silniční doprava, Denní limit 70 dB, Noční limit 60 dB, Hodnocení budov
stav_tram_celkem_HB	Stávající stav, Tramvajová doprava, Celková situace z tramvajové dopravy, Hodnocení budov
vyhled_zel_55_50_HB	Výhledová varianta, Železniční doprava, Denní limit mimo ochranné pásmo dráhy 55 dB, Noční limit mimo ochranné pásmo dráhy 50 dB, Hodnocení budov

**Hluková pásma** – polygonová třída prvků hlukových pásem po 5 dB s vypočítanou ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  v dB s atributy „DB\_LO“ a „DB\_HI“ pro denní a noční dobu zvlášť. Obdobně jako u budov je zapotřebí hluková pásma exportovat zvlášť pro všechny řešené zdroje hluku a hygienické limity a za pomoci jednotného formátu uvedeného níže je pojmenovat. Dále je třeba pro správné provedení analýz exportovat celkovou akustickou situaci bez jednotlivých hygienických limitů (označení *zdroj\_celkem*) pro všechny zdroje zvlášť a nakonec celkovou akustickou situaci pro všechny zdroje dohromady (označení *vse\_celkem*). Výše uvedená hluková pásma je zapotřebí exportovat zvlášť pro denní a zvlášť pro noční dobu. Formát jména příslušných tříd prvků popisují následující příklady uvedené v Tab. 14.

Tab. 14 Příklady pojmenování tříd prvků hlukových pásem

Příklad pojmenování	Vysvětlení označení
var_zdroj_limit_rastr_obdobi	Označení varianty, Zdroj hluku (sil, tram, zel, let, vse), Hygienický limit ve dne, Hygienický limit v noci, „rastr“, Doba (den, noc);
vyhled_let_60_50_rastr_den	Výhledová varianta, Letecká doprava, Denní limit 60 dB, Noční limit 50 dB, Hluková pásma, Denní doba;
stav_vse_celkem_rastr_noc	Stávající stav, Celková akustická situace ze všech zdrojů, Bez limitu, Hluková pásma, Noční doba;

V případě železniční či tramvajové dopravy se uvádí limit mimo ochranné pásmo dráhy. Pokud se v území nachází zdroj hluku s ochranným pásmem dráhy, je třeba ho pro správné vyhodnocení analýz nadefinovat v parametru „Zdroje dat – další prvky mapy“.

Pokud má daný zdroj v dané variantě pouze jeden hygienický limit, je nutné pro správnou funkci nástroje exportovat třídy prvků pro tento zdroj dvakrát, jednou s označením limitu a podruhé s označením *celkem*. Po zadání označení varianty jsou

automaticky zkontrolovány názvy zdrojových souborů v daném adresáři, zda obsahují data dle zvolené varianty.

- **Zdroje dat – územní jednotky, typ územní jednotky, pole názvu územní jednotky**

Nejprve se uvede cesta ke třídě prvků územních jednotek, do kterých je členěno zájmové území. Sloučením těchto prvků je vymezena hranice zájmového území (typicky město či čtvrť). Dále se vybere typ územních jednotek, do kterých je členěno zájmové území, např. městské části, základní sídelní jednotky atd. Nakonec je nutné vybrat atributové pole, které označuje názvy územních jednotek – je nutné znát strukturu třídy prvků územních jednotek.

- **Zdroje dat – další prvky mapy**

Zde je možno nadefinovat další třídy prvků a jejich odpovídající ekvivalenty v mapě, které budou zobrazeny ve výsledných mapových výstupech. Jedná se např. o liniové zdroje hluku, liniovou třídu prvků protihlukových stěn, polygonovou třídu prvků budov a vodních útvarů.

Pokud se v území nachází zdroj hluku s ochranným pásmem dráhy, je třeba ho pro správné vyhodnocení analýz v tomto kroku nadefinovat.

- **Název analyzované varianty, označení varianty**

Uvede se stručný název analyzované varianty, tak jak bude zobrazen v mapových a tabelárních výstupech. Dále odděleně čárkou bude uvedeno označení varianty tak, jak jsou pojmenovány vstupní soubory z hlukového SW.

Např. „Výhled v roce 2025, vyhled“

- **Vytvořit rozdílové mapy**

Toto zaškrtnuté pole dává uživateli možnost vytvářet rozdílové mapy pásem a nadlimitních území. Pro správnou funkci této funkce je zapotřebí, aby v adresáři zdrojových dat byly umístěny třídy prvků rozdílu hlukových map v denní a noční době vypočtené v SW CadnaA pro rozdíl již analyzované varianty a byly pojmenovány následujícím způsobem:

`{0}_{1}_rozdil_celkem_rastr_{2}` (0-označení analyzované varianty, 1-označení již analyzované varianty v předchozí analýze, 2-období (den, noc))

Příklad: `vyhled_stav_rozdil_celkem_rastr_den`

- **Název rozdílové varianty, označení rozdílové varianty (nepovinný)**

Toto pole je zpřístupněné za předpokladu zapnutí možnosti vytváření rozdílových map. Uvede se stručný název rozdílové již analyzované varianty, tak jak byl uveden v předchozí analýze. Dále odděleně čárkou, bude uvedeno označení varianty.

Např. „Stav v roce 2015, stav“.

- **Počítat statistiky**

Toto zaškrtačací tlačítko umožňuje uživateli zvolit, zda budou výstupem analýzy nejen výstupy mapové, ale i tabelární.

- **Titul mapy**

Uvede se titul mapy, tak jak bude zobrazen v mapových výstupech. Titul by neměl být delší než 30 znaků.

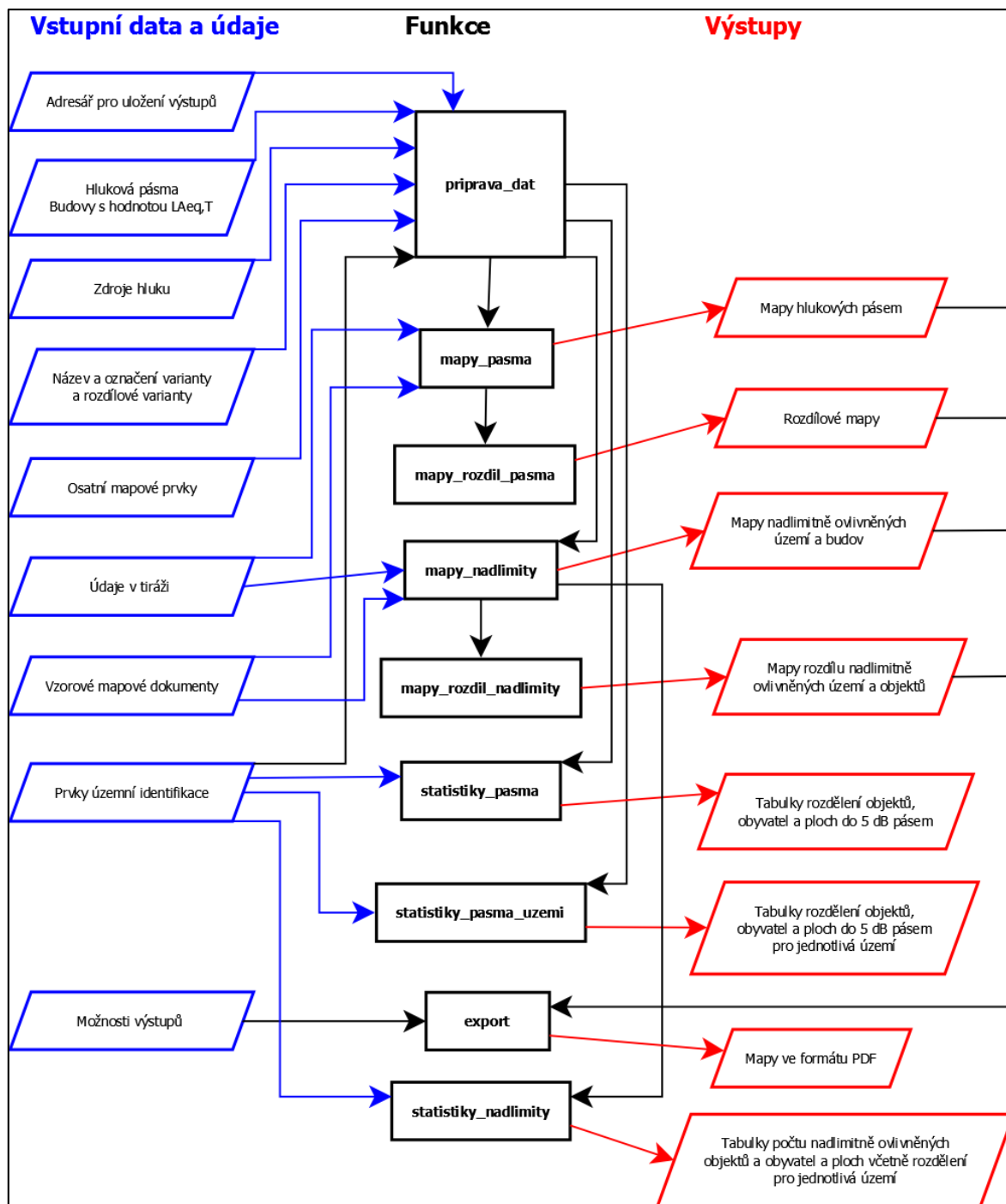
### ***B. Popis funkcí nástroje***

V níže uvedených odstavcích je detailní popis jednotlivých funkcí tohoto nástroje. Jména funkcí jsou uváděna v uvozovkách a jsou totožná se jmény funkcí ve zdrojovém kódu. Zdrojový kód pro tuto analýzu je v souboru `up.py`.

Schéma jednotlivých procesů nástroje včetně vstupů a výstupů z jednotlivých funkcí je uvedeno ve vývojovém diagramu na Obr. 34.



Obr. 34 Vývojový diagram nástroje pro potřeby územního plánování



- **Funkce „pripava\_dat“**

Po zadání vstupních parametrů a spuštění nástroje je tato funkce spuštěna jako první. Pomocí geoprocesingového nástroje *CopyFeatures* převádí všechna zdrojová data do příslušných datasetů prvků v nově vytvořené ESRI souborové geodatabáze *Data.gdb* vytvořené v kořenovém adresáři.

Polygonové třídy prvků budov jsou uloženy v datasetu *HB*. Polygonové třídy prvků hlukových pásem po 5 dB a případný rozdíl hlukových pásem jsou uloženy v datasetu *rastry*. Dále jsou do geodatabáze převedeny uživatelem nadefinované mapové prvky (zdroje hluku) a další podkladová data. Všechna data jsou před konverzí zkontrolována a pomocí geoprocesingového nástroje *Clip* „oříznuta“ na rozsah zvoleného území.

Dle velikosti zájmového území a počtu zdrojů hluku může být průběh této funkce časově velmi náročný, jelikož se zpravidla jedná o konverzi tříd prvků z formátu SHP do souborové geodatabáze, která je sama o sobě velmi časově náročná.

- **Funkce „mapy\_pasma“**

Tato funkce vytváří mapy hlukových pásem hladin akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  jak pro jednotlivé zdroje hluku zvlášť, tak pro celkovou akustickou situaci.

Pomocí nástrojů z mapovacího modulu *arcpy.mapping* je modifikován vzorový mapový dokument hlukových pásem pro jednotlivé zdroje hluku. Na základě definovaných mapových prvků a zdrojů hluku jsou aktivovány vždy jen potřebné vrstvy mapového dokumentu včetně úprav symbologie a zdrojových cest k jednotlivým třídám prvků – polygonových tříd prvků hlukových pásem po 5 dB. To je řešeno pomocí nadefinovaných souborů vrstev LYR, které jsou uloženy ve stejném adresáři jako vzorové mapové dokumenty. Nakonec je upravena tiráž mapy dle uživatelem zadaných parametrů (titul mapy, datum a název zakázky a adresa, logo a název zadavatele). Vše je provedeno pro uživatelem zadanou variantu.

Výstupem funkce jsou mapové dokumenty MXD ukládané do podadresáře „MXD“ v kořenovém adresáři.

- **Funkce „mapy\_rozdil\_pasma“**

Pokud uživatel zvolil možnost vytvořit rozdílové mapy a rozdílovou variantu již tímto nástrojem analyzoval, tato funkce umožní vytvořit rozdílové mapy hladin  $L_{Aeq,T}$ . Pomocí mapovacího modulu modifikuje mapový dokument pro celkovou akustickou situaci, který byl vytvořen pomocí funkce „mapy\_pasma“ v předchozím kroku a nahrazuje v mapovém dokumentu hluková pásma za „rozdílový rastr“ vypočtený v SW CadnaA. Výstupem funkce jsou dvě rozdílové mapy (pro denní a noční dobu) ve formátu MXD.

- **Funkce „mapy\_nadlimity“**

Klíčovou funkcí nástroje pro potřeby územního plánování je vytvoření nadlimitních map. Tato funkce nejprve modifikuje vzorový mapový dokument nadlimitních území dle jednotlivých zdrojů hluku. Poté jsou vstupní třídy prvků hlukových pásem a hodnocených budov rozřazeny na základě jednotlivých zdrojů hluku a jejich příslušných hygienických limitů do jednotlivých vrstev definovaných v mapovém dokumentu (přehled hygienických limitů je uveden v kap. 2.3.2). Pokud se v území nachází zdroj hluku s ochranným pásmem dráhy je analýza provedena pro příslušné hygienické limity uvnitř a vně ochranného pásma.

Výstupem funkce jsou třídy prvků nadlimitně ovlivněných území a nadlimitně ovlivněných budov pro všechny hodnocené zdroje hluku uložené v geodatabázi v kořenovém adresáři v datasetu *nadlimity*. Zároveň funkce vrací objekt typu list s definovanou n-ticí (název zdroje hluku, zkratka zdroje hluku, období, třída prvků nadlimitně ovlivněných budov, třída prvků nadlimitně ovlivněných území), který je využit ve statistické funkci „statistiky\_nadlimity“. Dalším výstupem funkce jsou mapové dokumenty MXD.

- **Funkce „mapy\_rozdil\_nadlimity“**

Tato funkce je vyvolána za stejných podmínek jako funkce „mapy\_rozdil\_pasma“, tedy pokud uživatel zvolil možnost vytvořit rozdílové mapy.

Do této funkce vstupují nadlimitně ovlivněná území a nadlimitně ovlivněné budovy vytvořené funkcí „mapy\_nadlimity“. Pomocí geoprocessingového nástroje *Union* jsou tyto třídy prvků porovnány s třídami prvků z předchozí analyzované rozdílové varianty a dle příslušných atributů jsou tyto nově vzniklé rozdílové prvky vizualizovány v mapovém dokumentu v denní a noční době.

Výstupem této funkce jsou třídy prvků rozdílu nadlimitně ovlivněných území a rozdílu nadlimitně ovlivněných budov uložené v geodatabázi v kořenovém adresáři v datasetu *nadlimity*. Výstupem funkce jsou opět dvě rozdílové mapy (pro denní a noční dobu) ve formátu MXD.

- **Funkce „statistiky\_pasma“**

Statistické funkce jsou spuštěny, pokud uživatel zvolil možnost „Počítat statistiky“ ve vstupních parametrech nástroje.

Tato funkce rozřazuje hodnocené budovy do jednotlivých hlukových pásem po 5 dB. Dále také počítá ovlivněnou plochu v jednotlivých hlukových pásmech. Pásma menší než 35 dB jsou pro přehlednost sloučena do jednoho pásma a pásma větší než 75 dB také. Pomocí podmínek a nástroje *SearchCursor* z modulu k přístupu k datům *arcpy.da* jsou do hlukových pásem budovy rozřazeny na základě atributů maximální

vypočítané hladiny  $L_{Aeq,T}$  v dB „HB\_LP1“ a „HB\_LP2“. Ovlivněná plocha je rozřazena do pásem pomocí atributu „DB\_LO“. V každém pásmu jsou uvedeny četnosti a relativní četnosti v % (za pomoci funkce *Formula* z modulu *xlwt*) ovlivněných budov, obyvatel a výměry ploch pro každý jednotlivý zdroj hluku zvlášť v denní a noční době a dále pro celkovou akustickou situaci v denní a noční době.

Výstupem funkce je tabulka ve formátu XLS označená dle příslušné varianty s přídomkem *pasma* např. *vyhled\_pasma.xls*. Tabulka obsahuje jednotlivé listy dle hodnocených druhů zdrojů hluku.

- **Funkce „statistiky\_pasma\_uzemi“**

Tato funkce obdobně jako funkce „statistiky\_pasma“ rozřazuje hodnocené budovy a ovlivněné plochy do jednotlivých hlukových pásem po 5 dB. Oproti výše uvedenému výstupu jsou tabulky obohaceny o prostorovou složku územní identifikace, tedy o uživatelem zadané územní jednotky, do kterých je členěno zájmové území, např. městské části, základní sídelní jednotky atd.

Pomocí analytického nástroje *SpatialJoin* jsou hodnocené budovy a ovlivněné plochy rozřazeny do hlukových pásem po 5 dB a do zadaných územních jednotek a dále pomocí nástroje *SearchCursor* a modulu *xlwt* jsou vytvořeny tři výsledné tabulky pro počty budov, počty obyvatel a výměru ovlivněných ploch, každá se statistikou pro jednotlivé zdroje hluku zvlášť v denní a noční době a dále pro celkovou akustickou situaci v denní a noční době. Hodnoty v tabulkách jsou vždy řazeny podle abecedy dle názvu územní jednotek.

- **Funkce „statistiky\_nadlimity“**

Poslední statistická funkce vytváří jednu tabulku nadlimitně ovlivněných budov, obyvatel a nadlimitně ovlivněné plochy. Tato tabulka zahrnuje nadlimitní počty budov, obyvatel a výměru pro všechny zdroje hluku v denní i noční době a dále tyto nadlimitní počty rozřazuje po územních jednotkách.

Na rozdíl od předešlých statistických funkcí, které načítaly jednotlivé třídy prvků budov a hlukových pásem pomocí nástroje *ListFeatureClasses*, hlavním vstupem této funkce je objekt typu list s n-ticemi předávaný funkcí „mapy\_nadlimity“. Dle toho předávaného objektu procházeného po jednotlivých n-ticích jsou generovány všechny tabelární výstupy do jednotlivých listů tabulky. Generovány jsou jak celkové počty nadlimitně ovlivněných budov a obyvatel a výměry ploch za celé zájmové území a po jednotlivých zdrojích hluku, tak pomocí nástrojů *SpatialJoin* a *Union* vytvořené „nadlimity“ pro jednotlivé územní celky. Hodnoty v tabulkách jsou vždy řazeny podle abecedy dle názvu územní jednotek.

- **Funkce „export“**

Na závěr je spuštěna funkce exportování mapových dokumentů ve formátu MXD do formátu PDF na základě uživatelem stanovených parametrů kvality mapových výstupů. Funkce pomocí nástroje *ListFiles* prochází postupně mapové dokumenty v podadresáři „MXD“ a exportuje je pomocí funkce *ExportToPDF* do vytvořeného podadresáře „PDF“.

### **C. Výstupy analýzy (nástroje)**

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé výstupy, které vytváří nástroj pro územní plánování.

- **Mapové dokumenty ve formátu PDF**

Hlavním výstupem jsou mapové dokumenty ve formátu PDF, které jsou ukládány do podadresáře „PDF“ umístěného v adresáři pro uložení výstupů. Mapové dokumenty jsou pojmenovány dle pořadového čísla mapy, označení varianty, zda se jedná o mapy hlukových pásem nebo nadlimitních oblastí, zdroje hluku a dle období, např. *09\_vyhled\_pasma\_zel\_noc.pdf*. Mírně odlišným způsobem jsou pojmenovány rozdílové mapy. Rozdílové mapy se generují vždy jako poslední ve formátu názvu mapového dokumentu: číslo mapy, rozdíl hlukových pásem nebo nadlimitních oblastí, analyzovaná varianta, předešlá varianta a dle období, např. *18\_rozdil\_nadlimity\_vyhled\_stav\_den.pdf*.

Mapy jsou exportovány jak do samostatných souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru pojmenovaného dle titulu mapy zadaného uživatelem. Mapy jsou vyhotovené dle zásad tematické kartografie s přihlédnutím ke specifickému zaměření na hlukovou problematiku a kontinuitu mapových výstupů společnosti EKOLA group. To se odráží např. ve větším počtu barevných tónů v rozdělení hlukových pásem po 5 dB. Mapový list obsahuje tiráž se všemi potřebnými údaji, které se dynamicky spolu s legendou mění dle analyzované varianty, typu zdroje hluku a denního období. V mapovém listu nechybí číselné a grafické měřítko, směrovka či např. logo objednatele (pokud ho uživatel specifikoval). Ukázky mapových výstupů nástroje jsou uvedeny na Obr. 35 a Obr. 36.

- **Mapové dokumenty ve formátu MXD**

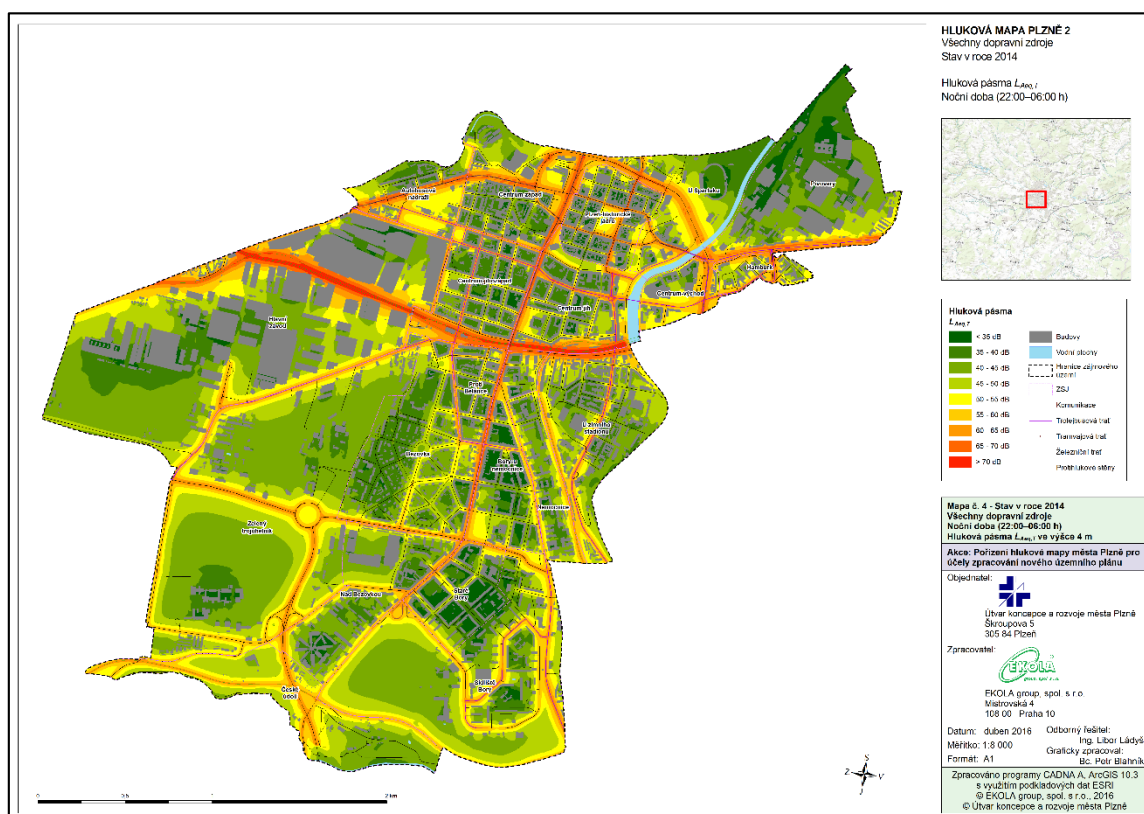
Současně s mapami ve formátu PDF jsou generovány příslušné mapové dokumenty ve formátu MXD označené stejným způsobem jako mapy ve formátu PDF. Tyto MXD soubory jsou ukládány do podadresáře „MXD“ umístěného v adresáři pro uložení výstupů.

Data jsou uložena ve vytvořené ESRI souborové geodatabázi *Data.gdb*, umístěné v kořenovém adresáři, a jsou v ní uloženy všechny analyzované třídy prvků rozčleněné do datasetů dle následující struktury:

Tab. 15 Struktura výsledné souborové geodatabáze *Data.gdb*

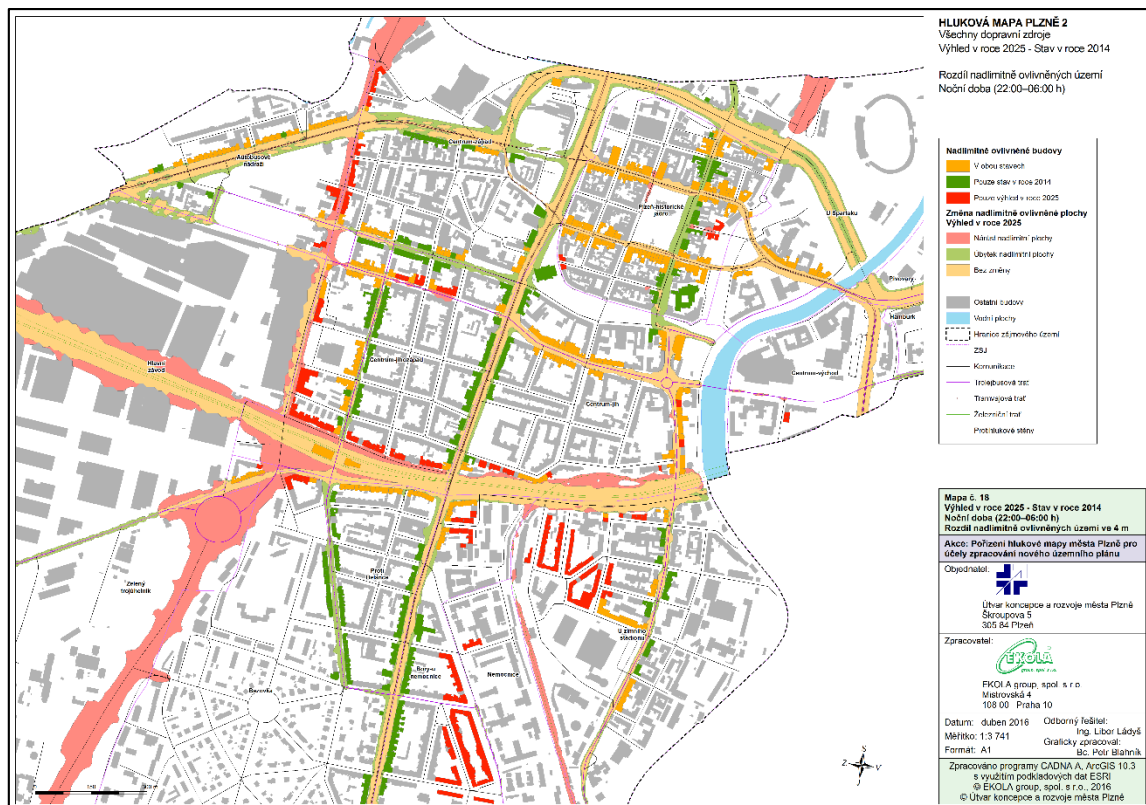
Dataset	Třídy prvků
HB	hodnocené budovy
rastry	hluková pásma a rozdíl hlukových map
nadlimity	nadlimitně ovlivněná území a budovy
nadlimity_uzemi	územní jednotky s atributy nadlimitně ovlivněných území, budov a obyvatel
zdroje	liniové zdroje hluku
podklad	Ostatní třídy prvků použité v mapových výstupech

Obr. 35 Příklad výsledné mapy hlukových pásem





Obr. 36 Příklad výsledné rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území



## • Tabelární výstupy ve formátu XLS

Pokud uživatel zvolil možnost „Počítat statistiky“ ve vstupních parametrech nástroje, v podadresáři „TAB“ v kořenovém adresáři jsou vytvořeny XLS tabulky generované statistickými funkcemi.

Nejprve je vytvořena tabulka, ve které jsou hodnocené budovy ovlivněné plochy rozřazeny do jednotlivých hlukových pásem po 5 dB. Pásma menší než 35 dB jsou pro přehlednost sloučena do jednoho pásma a pásma větší než 75 dB také. V každém pásmu jsou uvedeny četnosti a relativní četnosti (v %) ovlivněných budov, obyvatel a výměry ploch pro každý jednotlivý zdroj hluku zvlášť v denní a noční době a dále pro celkovou akustickou situaci v denní a noční době. Tabulka je členěna do listů dle jednotlivých hodnocených druhů zdrojů hluku. Tabulka je pojmenována dle příslušné varianty s přídomkem *pasma* např. *vyhled\_pasma.xls*.

Dále jsou vytvořeny tři samostatné tabulky počtů budov, počtů obyvatel a výměry ovlivněné plochy, s obdobným rozřazením hodnocených budov a ovlivněných plochy do jednotlivých hlukových pásem po 5 dB jako v předchozí tabulce. Oproti výše uvedenému výstupu jsou tabulky obohaceny o prostorovou složku územní identifikace, tedy o uživatelem zadané územní jednotky, do kterých je členěno zájmové území, např. městské části, základní sídelní jednotky atd. Tabulky jsou opět členěny do listů dle

jednotlivých hodnocených druhů zdrojů hluku. Tabulky jsou pojmenovány dle příslušné varianty s přídomky *budovy\_uzemi\_pasma* pro počet hodnocených budov, *obyvatele\_uzemi\_pasma* pro počet obyvatel a *plochy\_uzemi\_pasma* pro výměru ovlivněných ploch. Příkladem pojmenování může být např. *vyhled\_obyvatele\_uzemi\_pasma.xls*. Ukázka výsledné tabulky je uvedena v Tab. 16.

**Tab. 16** Příklad tabulky počtu ovlivněných obyvatel v hlukových pásmech po 5 dB

Denní doba	Městské části	Hluková pásma [dB]/Počet obyvatel									
		<= 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	> 75
	Plzeň 1	2 666	846	5 307	12 730	15 028	9 636	3 817	397	4	0
	Plzeň 10 Lhota	17	174	261	264	183	116	127	0	0	0
	Plzeň 2 Slováky	1 587	522	4 487	7 483	6 247	7 421	4 750	1 357	77	0
	Plzeň 3	2 720	307	5 451	10 684	9 068	8 850	6 560	3 400	468	3
	Plzeň 4	14 460	99	1 255	2 125	1 791	2 511	1 545	387	26	0
	Plzeň 5 Křimice	13	0	567	492	300	204	177	31	0	0
	Plzeň 6 Litice	48	430	420	409	128	90	107	96	7	0
	Plzeň 7 Radčice	1	229	312	219	72	56	68	17	0	0
	Plzeň 8 Černice	10	36	244	499	272	195	89	59	10	0
	Plzeň 9 Malesice	255	203	84	109	60	56	23	3	0	0

Poslední tabulka, kterou nástroj generuje, je tabulka nadlimitně ovlivněných budov, obyvatel a ploch. Tato tabulka zahrnuje nadlimitní počty budov, obyvatel a výměru pro všechny zdroje hluku v denní i noční době a dále tyto nadlimitní počty rozřazuje po územních jednotkách definovaných uživatelem. V případě nadlimitně ovlivněných ploch je navíc generována jak výměra plochy v hektarech, tak podíl nadlimitně ovlivněné plochy v jednotlivých územích pro každý zdroj hluku zvlášť.

Tabulka je pojmenována dle příslušné varianty s přídomkem *nadlimity*. Příkladem pojmenování může být např. *vyhled\_nadlimity.xls*. Ukázky výsledné tabulky jsou uvedeny v Tab. 17 a Tab. 18.

**Tab. 17** Příklad výsledné tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel

Zdroj hluku		Počet nadlimitně ovlivněných budov	Počet nadlimitně ovlivněných obyvatel
Denní doba	Automobilová doprava	60	797
	Železniční doprava	166	2 753
	Tramvajová doprava	56	369
	Všechny dopravní zdroje	282	3 919
Noční doba	Automobilová doprava	242	2 597
	Železniční doprava	233	3 265
	Tramvajová doprava	97	598
	Všechny dopravní zdroje	572	6 460

**Tab. 18** Příklad tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel – členěno po ZSJ

ZSJ	Počet nadlimitně ovlivněných budov			
	Automobilová doprava	Železniční doprava	Tramvajová doprava	Všechny dopravní zdroje
Autobusové nádraží	31	0	0	31
Bezovka	7	0	0	7
Bory-u nemocnice	9	0	0	9
Centrum-jih	23	1	0	24
Centrum-jihozápad	24	2	0	26
Centrum-východ	0	0	0	0
Centrum-západ	20	0	0	20
České údolí	0	0	0	0
Hamburk	11	0	4	15
Hlavní závod	0	0	0	0
Nad Bezovkou	1	0	0	1
Nemocnice	0	0	0	0
Pivovary	3	0	0	3
Plzeň-historické jádro	23	0	36	59
Proti Belánce	17	0	0	17

### 5.3.4 Obecné mapy hlukových pásem

Tento nástroj slouží pro širokou škálu akustických posouzení zpracovávaných společnostmi EKOLA group. Nástroj automaticky vytváří mapy hlukových pásem po 5 dB ve formátu (velikosti) a podrobnosti, které má možnost uživatel nadefinovat.

Pro spuštění tohoto nástroje stačí pouze základní licence ArcGIS „Basic“.

#### A. Vstupní data

V následujících odstavcích jsou detailně popsány jednotlivé vstupní parametry, které musí uživatel vyplnit pro správnou funkci nástroje.

Na Obr. 37 je uvedena ukázka uživatelského dialogového rozhraní nástroje Python, který je začleněn do balíků nástrojů „Hlukové mapování“ v ArcGIS.

Obr. 37 Dialogové okno nástroje pro tvorbu map hlukových pásem

**Mapy hlukových pásem**

Tento nástroj slouží pro širokou škálu akustických posouzení zpracovávaných společnostmi EKOLA group, spol. s r.o. Nástroj automaticky vytváří mapy hlukových pásem po 5 dB ve formátu (velikosti) a podrobnosti, které má možnost uživatel nadefinovat.

**Mapy hlukových pásem**

Tento nástroj slouží pro širokou škálu akustických posouzení zpracovávaných společnostmi EKOLA group, spol. s r.o. Nástroj automaticky vytváří mapy hlukových pásem po 5 dB ve formátu (velikosti) a podrobnosti, které má možnost uživatel nadefinovat.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

## Vstupní parametry v dialogovém rozhraní nástroje

Níže je uveden popis vstupních parametrů v dialogovém rozhraní nástroje, které může uživatel nadefinovat dle potřeby.

- **Adresář pro uložení výstupů**

Cesta k adresáři, ve kterém budou vytvořeny veškeré výstupy (viz odstavec C). Dále je označován jako kořenový adresář.

- **Zdroje dat – prvky mapy**

Zde je možné nadefinovat třídy prvků a jejich odpovídající ekvivalenty v mapě, které budou zobrazeny ve výsledných mapových výstupech. Jedná se především o hluková pásma, která reprezentuje polygonová třída prvků hlukových pásem po 5 dB s vypočítanou hladinou  $L_{Aeq,T}$  v dB s atributy „DB\_LO“ a „DB\_HI“ pro denní a noční dobu zvlášť.

Další prvky, které je možné uživatelem nadefinovat, jsou následující: silnice, železnice, tramvaje, výpočtové body, budovy a protihlukové stěny. V případě výpočtových bodů se v mapě zobrazují jejich popisky. Pro správné zobrazení těchto popisků je nutné je ve výpočtovém SW CadnaA zapsat do atributu „Jméno“. Pokud by byla potřeba zadat do mapy další prvky, např. staničení nebo protihlukové valy, je možné tyto prvky zadat po jednoduché úpravě kódu nástroje a přidáním daných vrstev do vzorového mapového dokumentu.

- **Rozsah řešeného území**

Do tohoto pole se uvede cesta k třídě prvků rozsahu řešeného území. Jedná se o území, pro které chce uživatel vytvářet mapové výstupy. Zvolený rozsah by měl být vždy menší než výpočtová oblast z důvodu estetičtější vizualizace hlukových pásem (zpravidla ostré ohraničení výpočtové oblasti). Třídu prvků rozsahu řešeného území může uživatel nadefinovat v SW CadnaA pomocí prvku „Pomocný polygon“ a tento poté exportovat ve formátu SHP.

- **Formát (velikost) a podrobnost mapových výstupů**

Pomocí těchto dvou parametrů má uživatel možnost zvolit velikost a podrobnost výsledných mapových výstupů ve formátu PDF, případně PNG. Z velikostí jsou na výběr formáty papíru A1, A2 a A3. Dále je možné zvolit tři úrovně podrobnosti mapových výstupů – podrobné, střední a přehledové. Na základě kombinace obou parametrů a definovaného rozsahu řešeného území v předchozím kroku je automaticky a v reálném čase vypočten počet potřebných map pro pokrytí celého rozsahu území při použití optimálního měřítka. Uživatel je o počtu map a měřítka informován pomocí „výstražné

zprávy“ u parametru podrobnosti. V tomto případě se nejedná o výstražnou zprávu, pouze informativní.

- **Titul mapy**

Uvede se titul mapy, tak jak bude zobrazen v mapových výstupech. Tato položka se zobrazuje na prvním řádku v pravém horním rohu a dle titulu je pojmenován i výsledný mapový soubor PDF. Titul by neměl být delší než 30 znaků, při překročení délky je uživatel upozorněn.

- **Podtitul mapy**

Uvede se podtitul mapy, tak jak bude zobrazen v mapových výstupech. Tato položka se zobrazuje na druhém řádku v pravém horním rohu. Podtitul by neměl být delší než 40 znaků, např. Akustické posouzení.

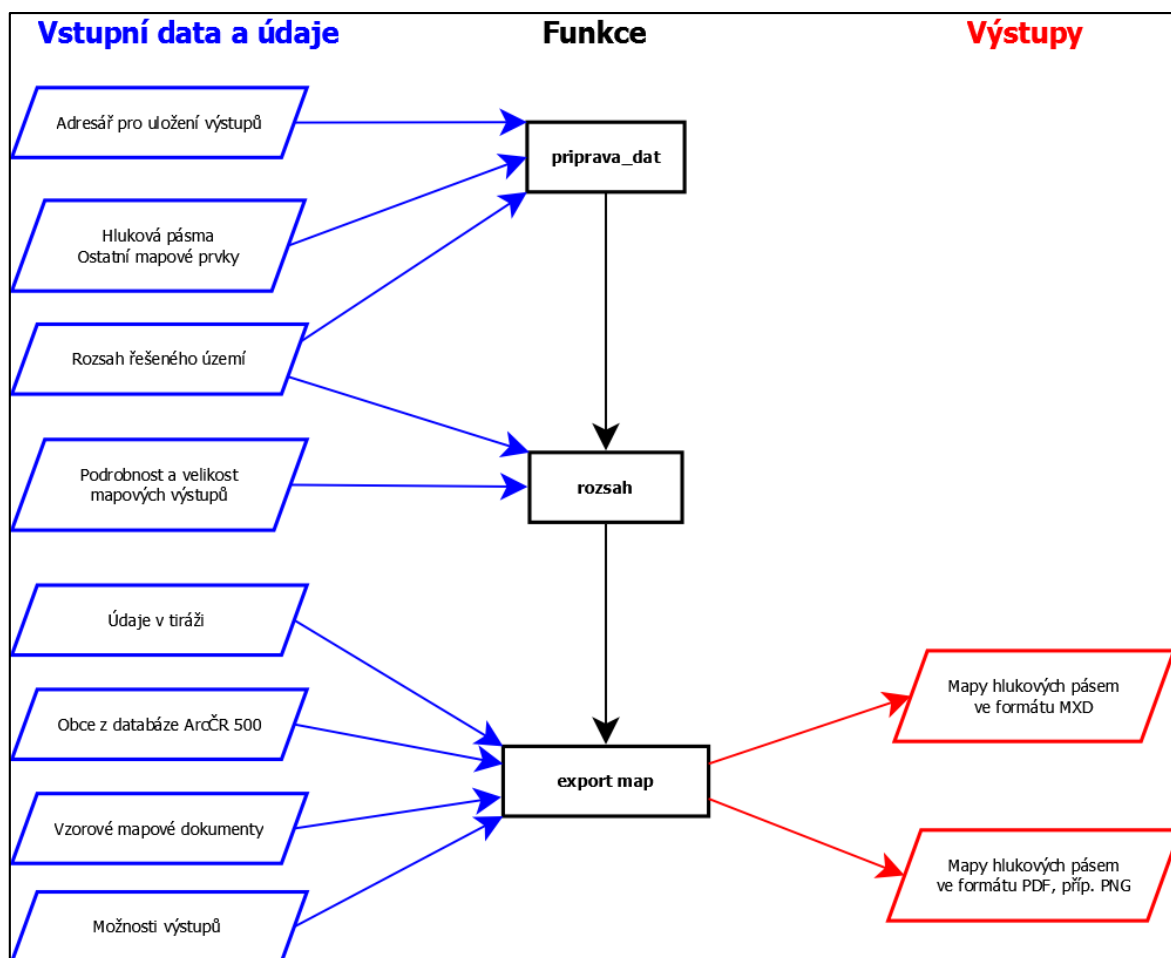
### ***B. Popis funkcí nástroje***

V níže uvedených odstavcích je detailní popis jednotlivých funkcí tohoto nástroje. Jména funkcí jsou uváděna v uvozovkách a jsou totožná se jmény funkcí ve zdrojovém kódu. Zdrojový kód pro tuto analýzu je v souboru *obecne.py*.

Schéma jednotlivých procesů nástroje včetně vstupů a výstupů z jednotlivých funkcí je uvedeno ve vývojovém diagramu na Obr. 38.



Obr. 38 Vývojový diagram nástroje pro vytváření hlukových map pásem



### • Funkce „priprava\_dat“

Po zadání vstupních parametrů a spuštění nástroje je tato funkce spuštěna jako první. Pomocí geoprocessingového nástroje *CopyFeatures* převádí všechna zdrojová data do příslušných tříd prvků v nově vytvořené ESRI souborové geodatabázi *Data.gdb* vytvořené v kořenovém adresáři.

Do geodatabáze jsou převedeny všechny uživatelem nedefinované mapové prvky za pomoci dvou objektů typu slovník. Porovnáním prvního slovníku obsahující dvojice: název mapového prvku - zdrojová třída prvků (klíč-hodnota) s druhým, který obsahuje dvojice: název mapového prvku - název třídy prvků v geodatabázi, je docíleno uložení vždy jedinečných a předem definovaných názvů tříd prvků do výsledné souborové geodatabáze.

- **Funkce „rozsah“**

Tato funkce, na základě kombinace vstupních parametrů formátu (velikosti) a podrobnosti mapových výstupů a definovaného rozsahu řešeného území, automaticky zjišťuje počet potřebných mapových výstupů pro pokrytí celého území.

Pomocí objektu *arcpy.Extent* a *arcpy.Geometry* postupně rozděljuje rozsah území podle počtu zjištěných mapových výstupů na konečné rozsahy mapových dokumentů. Zároveň zjišťuje výsledné měřítko mapy, které je zaokrouhlená na tisíce. Dle zvolených podrobností se měřítko pohybuje v rozmezí 1 : 5 000 – 1 : 15 000. Funkce vytváří pro každý mapový výstup objekt typu list s rozsahy daných mapových výstupů pro pokrytí celého rozsahu území při použití optimálního měřítko, které je také předáváno funkci „export\_map“.

- **Funkce „export\_map“**

Poslední funkcí je výsledná úprava a uložení mapového dokumentu. Funkce načítá příslušný vzor mapových dokumentů dle uživatelem zadaného formátu (velikosti) mapových výstupů a dle předaných rozsahů území a zjištěného měřítko vytváří jednotlivé mapové dokumenty, ve kterých dále modifikuje tiráž mapy a další mapové prvky do výsledné podoby. Následně jsou mapy očíslovány a exportovány jak do samostatných souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru PDF s názvem dle zadaného titulu. Pokud uživatel zvolil možnost generování mapových PNG souborů, jsou navíc vytvořeny samostatné soubory PNG pro jednotlivé mapové dokumenty. Dle čísla mapy jsou vytvořeny i příslušné MXD soubory.

### ***C. Výstupy analýzy (nástroje)***

- **Mapové dokumenty ve formátu PDF, příp. PNG**

Hlavním výstupem jsou mapové dokumenty ve formátu PDF, které jsou ukládány do podadresáře „PDF“ umístěného v adresáři pro uložení. Mapové dokumenty jsou pojmenovány dle pořadového čísla mapy, denního období a formátu mapy, např. *02\_mapa\_noc\_A3.pdf*.

Mapy jsou exportovány jak do samostatných souborů PDF, tak do jednoho celkového souboru pojmenovaného dle titulu mapy zadaného uživatelem. Pokud uživatel zvolil možnost generování mapových PNG souborů, jsou navíc vytvořeny samostatné soubory PNG pro jednotlivé mapové dokumenty (v podadresáři „PNG“) pojmenované obdobně jako u formátu PNG. Mapové soubory PNG jsou generovány z důvodu snazšího vložení mapových výstupů do souhrnné zprávy akustického posouzení.

Mapy jsou vyhotovené dle zásad tematické kartografie s přihlédnutím ke specifickému zaměření na hlukovou problematiku a kontinuitu mapových výstupů společnosti

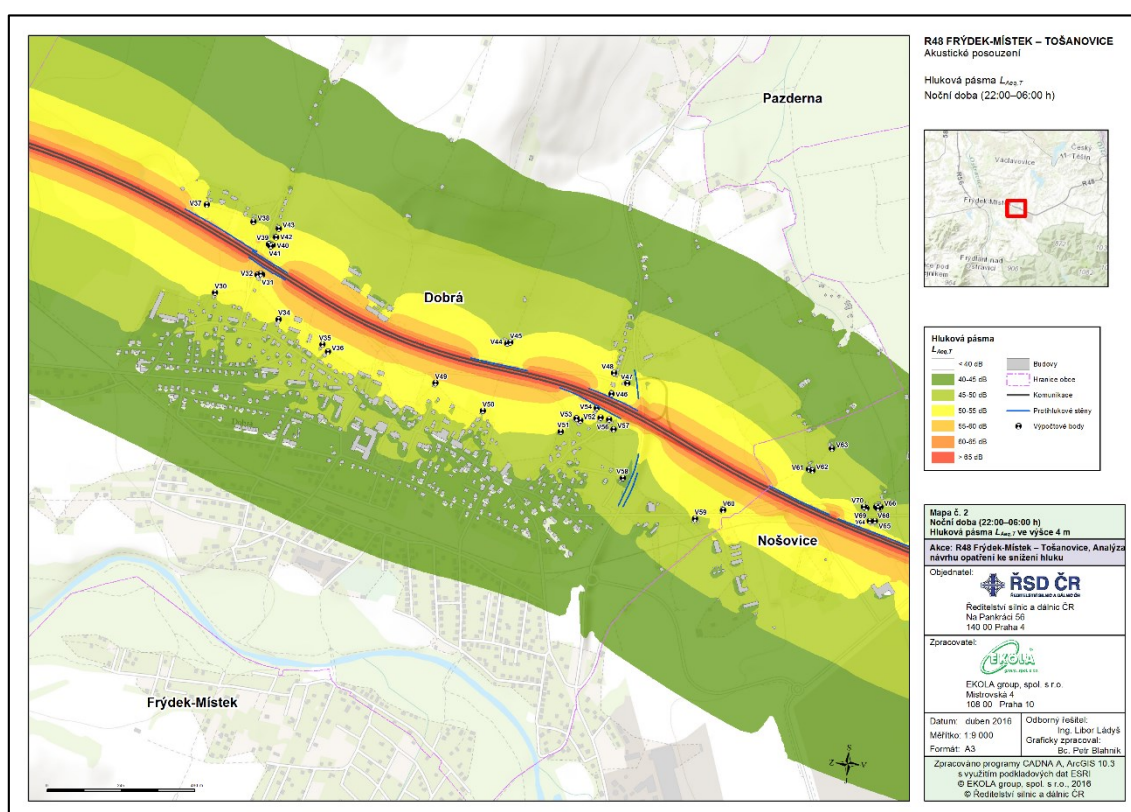
EKOLA group. To se odráží např. ve větším počtu barevných tónů v rozdělení hlukových pásem po 5 dB. Mapový list obsahuje tiráž se všemi potřebnými údaji, které se dynamicky spolu s legendou mění dle denního období. V mapovém listu nechybí číselné a grafické měřítko, směrovka či např. logo objednatele (pokud ho uživatel specifikoval). Ukázka mapových výstupů nástroje je uvedena na Obr. 39.

### • Mapové dokumenty ve formátu MXD

Současně s mapami ve formátu PDF jsou generovány příslušné mapové dokumenty ve formátu MXD označené stejným způsobem jako mapy ve formátu PDF, případně PNG. Tyto MXD soubory jsou ukládány do podadresáře „MXD“ umístěného v adresáři pro uložení výstupů.

Data jsou uložena ve vytvořené ESRI souborové geodatabázi *Data.gdb* umístěné v kořenovém adresáři a jsou v ní uloženy všechny zdrojové třídy prvků.

Obr. 39 Příklad výsledné mapy hlukových pásem



## 5.4 Zhodnocení

V této podkapitole jsou nastíněny poznatky, které vyplynuly z tvorby výše uvedených nástrojů.

Nespornou výhodou těchto nástrojů je automatizace procesů při zpracování dat z hlukového modelování. Většina analýz je prováděna opakovaně a s předem definovanými požadavky. Ty jsou dány především legislativním rámcem hlukové problematiky. Je např. nutné analyzovat všechny zdroje hluku v území v různých časových horizontech (nástroj pro územní plánování) nebo vytvořit sérii mapových výstupů pro rozsáhlé území sestávající se z obcí podél řešené komunikace (nástroje pro starou hlukovou zátěž a akční plány).

Většinu výstupů z těchto nástrojů lze bez jakýkoliv úprav prezentovat v rámci zpracovávaného úkolu. Výstupy mají v tomto případě danou jednotnou formu a především jednotný postup zpracování. Mapové výstupy jsou vždy provedeny dle zásad tematické kartografie.

Modifikací zdrojových kódů se dají nástroje velice snadno rozšířit o další funkce, případně upravit dle aktuálních potřeb uživatele. Po jisté úpravě lze například změnit nastavené hlukové hygienické limity dle aktuální legislativní normy.

Nevýhoda použití modulu *arcpy* a jazyka Python pro automatické generování mapových výstupů je především v nemožnosti měnit velikost a orientaci mapového dokumentu jako celku pomocí mapovací modulu *arcpy.mapping*. Z tohoto důvodu je nutné mít připraveno více vzorových mapových dokumentů.

Dále se při vytváření nástrojů často vyskytly problémy s kódováním českých znaků, které se mohou objevit ve vstupech od uživatele. Pro vytváření nástrojů byla použita verze 2.7 jazyka Python, která je součástí platformy ArcGIS 10.3, a která má výchozí kódování ASCII. Z toho důvodu musely být všechny vstupní textové řetězce převáděny na Unicode. Python verze 3 by již tento mít neměl, neboť používá Unicode jako výchozí kódování. SW ArcGIS Pro je již dodáván s touto verzí jazyka Python.

Problémem, který se bohužel nepodařilo při vytváření nástrojů vyřešit, zůstává nesprávné fungování ukazatele průběhu nástroje, který je řešen funkcí *arcpy.SetProgressor*. Při průběhu většiny nově vytvořených uživatelských funkcí tento ukazatel funguje správně. Ovšem např. při provádění funkce *Clip* či funkcí prostorové analýzy ukazatel nezobrazuje správně popis a průběh právě prováděné uživatelské funkce. Tento problém byl diskutován na ESRI GitHub [44] ovšem bez výsledku.

## 6 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala tématem zpracování dat z modelování hluku v prostředí GIS.

Hlavním výstupem diplomové práce je komplexní balík Python nástrojů pro automatizované zpracování hlukových analýz a jejich vizualizaci pro ArcGIS. Tento balík nástrojů se skládá ze čtyř dílčích nástrojů, které provádějí jednotlivé uživatelem požadované analýzy, ze kterých jsou vytvořeny jednotlivé výstupy. Uživatel by měl být schopen bez hlubších kartografických či geoinformatických znalostí produkovat pomocí těchto nástrojů grafické a tabelární výstupy, které je možno ihned prezentovat v rámci zpracovávaného úkolu. Jelikož byly nástroje vytvářeny pomocí skriptovacího programovacího jazyka Python a geoprocessingovými funkcemi z modulu *arcpy*, je tento balík nástrojů možné plně začlenit do uživatelského prostředí SW ESRI ArcGIS for Desktop. Při vytváření nástrojů byl kladen důraz na snadnou rozšiřitelnost nástrojů o případné další funkce, jako může být např. publikování výstupů v prostředí internetu pomocí ArcGIS Online či ArcGIS Server. V budoucnu je plánována modifikace jednotlivých nástrojů pro použití v ArcGIS Pro.

Pro vývoj a testování nástrojů byla použita data společnosti EKOLA group, spol. s r.o. Jednalo se o průřezová data různých typů zakázek hlukového mapování, které tato společnost zpracovávala a zpracovává [1].

Výstupy této práce by měly pomocí jednoduchého a uživatelsky přívětivého prostředí zpřístupnit tvorbu hlukových map a analýz i „negeoinformaticky gramotným“ kolegům. Tím ušetřit čas a zvýšit tak efektivitu, jelikož většina analýz je prováděna opakovaně a s předem definovanými požadavky, které jsou dány především legislativou v oblasti hlukového mapování.

## SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ A DAT

- [1] EKOLA group, spol. s r.o. 2015. *Různé zakázky a projekty z let 2000–2015* [projekt]. Praha: EKOLA group, spol. s r.o., 2015.
- [2] NOVÝ, R. ; KUČERA, M. 2009. *Snižování hluku a vibrací* [PDF]. Praha: Evropský sociální fond, 2009. [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: [http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni\\_materialy/SHV/Novy\\_Kucera\\_Snizovani\\_hluku\\_a\\_vibraci.pdf](http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/SHV/Novy_Kucera_Snizovani_hluku_a_vibraci.pdf)
- [3] SZÚ. 2013. *Strategické hlukové mapy – fáze II* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2013 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/strategicke-hlukove-mapy-faze-ii>
- [4] JAKSCH, I. 2010. *Technická diagnostika – Základy akustiky a hlukové diagnostiky* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. [cit. 2015-07-02]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/3671546/zaklady-akustiky-a-hlukove-diagnostiky-technicka-univerzita-v-liberci>
- [5] REICHL, J., VŠETIČKA, M. 2016. *Encyklopedie fyziky: Fyziologické vnímání zvuku* [online]. 2016. [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/211-fyziologicke-vnimani-zvuku>
- [6] JUNEK, P. 2015. *Strategické hlukové mapování* [PDF]. Vydáno 12. 5. 2015. Ústí nad Orlicí: Národní referenční laboratoř pro komunální hluk, 2015. [cit. 2015-07-09]. Dostupné z: <http://www.nrl.cz/Content/files/zajimavosti/SHM/SHM.pdf>
- [7] RŮŽIČKOVÁ, K. 2014. *Modelování šíření hluku*. Přednášky z předmětu Modelování a simulace v geovědách, část modelování hluku. Ostrava: HGF-Institut geoinformatiky, VŠB-TUO, 2014.
- [8] KUSÝ, P. 2008. *Modelování hluku s využitím Open source*. Diplomová práce. Ostrava: HGF-Institut geoinformatiky, VŠB-TUO, 2008.
- [9] DATAKUSTIK. 2016. *CadnaA* [SW]. Ver. 4.6. 2016. DataKustik, 2016.
- [10] NAŘÍZENÍ vlády č. 272/2011 Sb., ze dne 24. srpna 2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Praha: Vláda ČR, 2011.
- [11] SMĚRNICE Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, ze dne 25. června 2002 o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. EU, 2002.
- [12] LÁDYŠ, L. 2005. *Problematika hluku z dopravy a hlukové mapování v ČR*. Sborník přednášek 5. mezinárodní konference SEA/EIA 2005. Ostrava: Regionální centrum EIA s.r.o., 2005.



- [13] LÁDYŠ, L. 2009. *Problematika používání různých výpočtových metodik pro hluk z dopravy pro účely zpracování akustických částí procesu SEA/EIA v ČR*. Sborník přednášek 7. mezinárodní konference EIA/SEA 2009. Ostrava: Regionální centrum EIA s.r.o., 2009.
- [14] EKOLA group, spol. s r.o. 2013. *Strategická hluková mapa aglomerace Plzeň*. Praha: EKOLA group, spol. s r.o., 2013.
- [15] DATAKUSTIK. 2015. Balíček pro distributory [SW, data]. Ver. 4.4. DataKustik, 2015.
- [16] HLAVNÍ město Praha. 2012. *Informační servis o životním prostředí ve vybraných MČ hl. m. Prahy - ENVIS 4* [online]. Hl. m. Praha, 2012. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://envis4.praha.eu/>
- [17] SZÚ. 2015. *Mapový portál SZÚ: Strategické hlukové mapy* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2015. [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://szu.maps.arcgis.com/home/>
- [18] ZÁKON č. 258/2000 Sb., ze dne 14. července 2000 o ochraně veřejného zdraví. Praha: Vláda ČR, 2000.
- [19] METODICKÝ NÁVOD pro zpracování akčních plánů protihlukových opatření podle Směrnice 2002/49/EC o snižování a řízení hluku v životním prostředí. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2014.
- [20] ČSÚ. 2014. *Sčítání lidu, domů a bytů 2011* [online]. Aktualizováno dne 14. 11. 2014. Praha: Český statistický úřad, 2014. [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/sldb>
- [21] EKOTOXA s.r.o., 2014. Akční plán protihlukových opatření pro hlavní pozemní komunikace, které vlastní kraj, včetně hlavních pozemních komunikací ve vlastnictví obcí ve správním území Libereckého kraje [online]. Opava: EKOTOXA s.r.o., 2014.[cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://regionalni-rozvoj.kraj-lbc.cz/page1874/rozvojove-dokumenty-strategie-rozvoje-lk-a-program-rozvoje-lk/akcni-plany-protihlukovych-opatreni>
- [22] AKUSTIKA Praha s.r.o. 2008. *Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008*. Praha: Akustika Praha s.r.o., 2008.
- [23] LÄRMMINDERUNGSPLANUNG Berlin. 2015. *Materialien zur Lärmaktionsplanung* [online]. Landes Berlin, 2015. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/laerm/laermminderungsplanung/de/laermaktionsplan/download.shtml>
- [24] GÖTTINGEN. 2015. *Glossar – Lärmaktionsplan: LKZ* [online]. Göttingen, 2015. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: <http://www.goettingen.de/lexikon/begriff.php?begriff=50&menuid=1609>
- [25] STADT Karlsruhe. 2012 *Lärminderungsplanung Karlsruhe* [online]. Stadt Karlsruhe, Stadtplanungsamt, 2012. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: [http://www.karlsruhe.de/b3/natur\\_und\\_umwelt/umweltschutz/laerm/](http://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/umweltschutz/laerm/)

- [26] ASFINAG. 2013. *Umgebungslärm-Aktionsplan Österreich 2013. Teil 1 – Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen)*. ASFiNAG, 2013. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: [http://www.laerminfo.at/massnahmen/aktionsplaene/ap\\_2013.html#Teil1](http://www.laerminfo.at/massnahmen/aktionsplaene/ap_2013.html#Teil1)
- [27] GENERALITAT de Valenciana. 2012. *Plan de acción contra el ruido de las carreteras de la Red Autonómica de la Comunidad Valenciana*. Generalitat de Valenciana, 2012. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: [http://sicaweb.cedex.es/docs/planes/Fase1/Carreteras/ES\\_a\\_DF7\\_MRoads\\_Valencia.pdf](http://sicaweb.cedex.es/docs/planes/Fase1/Carreteras/ES_a_DF7_MRoads_Valencia.pdf)
- [28] DEFRA. 2010. *Noise Action Plan: Major Roads (outside first round agglomerations). Environmental Noise (England) Regulations 2006, as amended*. DEFRA, 2010. [cit. 2015-12-05]. Dostupné z: [http://www.persona.uk.com/a21Ton/Core\\_dox/L/L18.pdf](http://www.persona.uk.com/a21Ton/Core_dox/L/L18.pdf)STACK Exchange. 2016. *Geographic Information Systems Stack* [online]. Stack Exchange, 2016. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://gis.stackexchange.com/>
- [29] PYTHON Software Foundation. 2016. *What is Python? Executive Summary* [online]. Python Software Foundation, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [30] WIKIPEDIE. 2016. *Python* [online]. Wikipedie, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Python>
- [31] ESRI. 2016. *What is ArcPy?* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/arcpy/what-is-arcpy-.htm>
- [32] ESRI. 2016. *Essential ArcPy vocabulary* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy/essential-arcpy-vocabulary.htm>
- [33] ESRI. 2016. *What is the data access module?* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy-data-access/what-is-the-data-access-module-.htm>
- [34] ESRI. 2015. *ArcGIS for Desktop* [SW]. Ver. 10.3. 2015. ESRI, 2015.
- [35] ESRI. 2016. *Introduction to arcpy.mapping* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy-mapping/introduction-to-arcpy-mapping.htm>
- [36] ESRI. 2016. *An overview of the Data Management toolbox* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/an-overview-of-the-data-management-toolbox.htm>
- [37] ESRI. 2016. *An overview of the Analysis toolbox* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/an-overview-of-the-analysis-toolbox.htm>

- [38] ESRI. 2016. *What is the Spatial Analyst module?* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy-spatial-analyst/what-is-the-spatial-analyst-module.htm>
- [39] ESRI. 2016. *What is a Python toolbox?* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/creating-tools/a-quick-tour-of-python-toolboxes.htm>
- [40] ESRI. 2016. *Comparing custom and Python toolboxes* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/creating-tools/comparing-custom-and-python-toolboxes.htm>
- [41] KIRIAKOS V. 2015. *PyScripter* [SW]. Ver. 2.6.0.0 2015. Kiriakos, 2015.
- [42] ESRI. 2016. *ArcGIS Help* [online]. ESRI, 2016. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/>
- [43] STACK Exhchange. 2016. *Geographic Information Systems Stack*. [online]. Stack Exhchange, 2016. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://gis.stackexchange.com/>
- [44] GITHUB. 2016. *Esri GitHub* [online]. GitHub, 2016. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <https://github.com/Esri>
- [45] ARCPY Café. 2016. *ArcGIS Python Recipes* [online]. WordPress.com, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <https://arcpy.wordpress.com/>
- [46] TUTORIALS Point. 2016. *Python – Tutorial* [online]. Tutorials Point, 2016. [cit. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://www.tutorialspoint.com/python>
- [47] EKOLA group, spol. s r.o. 2016. *Testovací data – různé zakázky 2013-2016* [data]. Praha: EKOLA group, spol. s r.o., 2016.
- [48] ARCDATA Praha. 2015. *ArcČR 500* [vektorová databáze]. Ver. 3.2. 2015. Praha: ARCDATA Praha, s.r.o., 2015. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>
- [49] ESRI. 2016. *Topografická mapa* [ArcGIS mapová služba]. ESRI, 2016.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ

AP	Akční plán protihlukových opatření
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
dB	Decibel
DMÚ	Digitální model území
DPI	Dots per inch/Počet obrazových bodů na jeden palec
EK, EC	Evropská komise
END	Environmental Noise Directive
ESRI	Environmental Systems Research Institute, Inc.
GIS	Geoinformační systém
GPG	„Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure – Final Draft, Version 2, WG-AEN, 13th August 2007” (Pokyny pro uplatňování principů správné praxe při mapování hluku a zjišťování příslušných údajů o expozici hluku)
HA	Vysoce obtěžované osoby
HSD	Osoby s vysoce rušeným spánkem
KÚ	Katastrální území
$L_{Aeq,T}$	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A
$L_{dvn}$	Hodnota hlukového ukazatele pro den-večer-noc v decibelech (dB)
$L_d$	je dlouhodobý průměr hladiny akustického tlaku vážený funkcí A podle české technické normy (ČSN ISO 1996) určený za všechna denní (6:00–18:00 h) období jednoho roku

$L_n$	je dlouhodobý průměr hladiny akustického tlaku vážený funkcí A podle české technické normy (ČSN ISO 1996) určený za všechna noční (22:00–6:00 h) období jednoho roku
$L_v$	je dlouhodobý průměr hladiny akustického tlaku vážený funkcí A podle české technické normy (ČSN ISO 1996) určený za všechna večerní (18:00–22:00 h) období jednoho roku
MČ	Městské části
NCP	Noise Control Programme/Program snižování hluku
PHO	Protihlukové opatření
SHM	Strategické hlukové mapy (mapování)
SHZ	Stará hluková zátěž
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů
SW	Software
SZÚ	Státní zdravotní ústav
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZSJ	Základní sídelní jednotky

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Křivky hladin stejné hlasitosti [4] .....	3
Obr. 2 Ukázka emisní hlukové mapy [1] .....	5
Obr. 3 Výřez ze SHM aglomerace Plzeň - horizontální plošná hluková mapa [14] .....	6
Obr. 4 Ukázka možného výstupu ze SW CadnaA - vertikální plošná hluková mapa [1] ..	7
Obr. 5 Kombinace plošné, vertikální a bodové hlukové mapy [15] .....	7
Obr. 6 Ukázka výřezu situace z CadnaA - semaforová plošná hluková mapa [1] .....	8
Obr. 7 Výstup ze SW CadnaA - konfliktní hluková mapa [1] .....	9
Obr. 8 Výstup z programu CadnaA – rozdílová hluková mapa [1] .....	9
Obr. 9 Ukázka z dynamické hlukové mapy zpracovávané programem CadnaA [15] ..	10
Obr. 10 Ukázka z výstupu interaktivní hlukové mapy – SHM [17] .....	11
Obr. 11 Ukázka rozložení zvukového pole pomocí 3D hlukové mapy [15] .....	11
Obr. 12 Příklad mapového listu Strategické hlukové mapy aglomerace Plzeň [14] ....	16
Obr. 13 Příklad vymezení kritických míst v mapě AP Plzeňského kraje [1] .....	19
Obr. 14 Příklad stanovení kritických míst pro komunikace v Libereckém kraji [21] ..	20
Obr. 15 Příklad stanovení kritických míst v aglomeraci Berlín [23] .....	21
Obr. 16 Příklad stanovení kritických míst v aglomeraci Karlsruhe [25] .....	22
Obr. 17 Příklad výběru prioritních míst pro silnice v aglomeraci Karlsruhe [25] .....	22
Obr. 18 Příklad stanovení kritických míst v Rakousku 0 .....	23
Obr. 19 Příklad stanovení kritických míst ve Španělsku [27] .....	25
Obr. 20 Příklad stanovení kritických míst ve Velké Británii [28] .....	26
Obr. 21 Klasifikace budov v rámci řešení staré hlukové zátěže [1] .....	28
Obr. 22 Ukázka grafu podílu obytných ploch v jednotlivých hlukových pásmech [1].	30
Obr. 23 Výřez mapy nadlimitně ovlivněných území [1] .....	31
Obr. 24 Výřez rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území budov [1] .....	32
Obr. 25 Ukázka začlenění nástrojů do ArcToolbox .....	40
Obr. 26 Ukázka popisu vlastností nástroje v ArcCatalog .....	41
Obr. 27 Dialogové okno nástroje pro analýzy akčních plánů silnic .....	45
Obr. 28 Vývojový diagram nástroje pro analýzy akčních plánů .....	47
Obr. 29 Příklad výsledné mapy AP .....	49
Obr. 30 Dialogové okno nástroje pro analýzy staré hlukové zátěže .....	52
Obr. 31 Vývojový diagram nástroje pro analýzy staré hlukové zátěže .....	54



Obr. 32 Příklad výsledné mapy staré hlukové zátěže .....	57
Obr. 33 Dialogové okno nástroje pro analýzy pro územního plánování.....	60
Obr. 34 Vývojový diagram nástroje pro potřeby územního plánování .....	65
Obr. 35 Příklad výsledné mapy hlukových pásem .....	70
Obr. 36 Příklad výsledné rozdílové mapy nadlimitně ovlivněných území.....	71
Obr. 37 Dialogové okno nástroje pro tvorbu map hlukových pásem.....	74
Obr. 38 Vývojový diagram nástroje pro vytváření hlukových map pásem.....	77
Obr. 39 Příklad výsledné mapy hlukových pásem .....	79

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přehled hygienických limitů .....	14
Tab. 2 Příklad tabulky pro určení počtu zasažených obyvatel [27] .....	24
Tab. 3 Tabulka pro určení výše hlukového zatížení obyvatel [27] .....	24
Tab. 4 Ukázka tabulky rozřazení obytných budov do hlukových pásem [1] .....	29
Tab. 5 Ukázka tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel [1] .....	32
Tab. 6 Přehled popisovaných objektů .....	36
Tab. 7 Přehled řešených analýz .....	37
Tab. 8 Příklad výsledné tabulky – počet obyvatel v kritických místech .....	50
Tab. 9 Podmínky rozdělení budov do tříd SHZ v denní a noční době .....	55
Tab. 10 Příklad výsledné tabulky hodnocených budov .....	58
Tab. 11 Příklad výsledné sumarizační tabulky hodnocených budov .....	58
Tab. 12 Tabulka pro pojmenování tříd prvků budov a pásem .....	61
Tab. 13 Příklady pojmenování tříd prvků budov .....	62
Tab. 14 Příklady pojmenování tříd prvků hlukových pásem .....	62
Tab. 15 Struktura výsledné souborové geodatabáze <i>Data.gdb</i> .....	70
Tab. 16 Příklad tabulky počtu ovlivněných obyvatel v hlukových pásmech po 5 dB ..	72
Tab. 17 Příklad výsledné tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel .....	72
Tab. 18 Příklad tabulky počtu nadlimitně ovlivněných obyvatel – členěno po ZSJ .....	72

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Přehled použitých nástrojů a funkcí geoprocesingu modulu arcpy .....	1
Příloha 2 Přehled použitých vestavěných funkcí Python .....	2
Příloha 3 CD s digitální verzí diplomové práce .....	2

## PŘÍLOHA 1 PŘEHLED POUŽITÝCH NÁSTROJŮ A FUNKCÍ GEOPROESINGU MODULU ARCPY

Balík nástrojů, modul	Funkce, objekt	Balík nástrojů, modul	Funkce, objekt
„Analysis“ arcpy.analysis	Buffer	„Conversion“ arcpy.conversion	RasterToPolygon
	Intersect	„Data Access“ arcpy.da	InsertCursor
	Union		UpdateCursor
	Merge		SearchCursor
	Erase	„Mapping“ arcpy.mapping	MapDocument
	SpatialJoin		Layer
	Statistics		ListDataFrames
	Clip		ListLayers
„Spatial Analyst“ arcpy.sa	RemapRange		ListLayoutElements
	KernelDensity		UpdateLayer
	Reclassify		PDFDocumentCreate
„Data Management“ arcpy.management	CreateFileGDB		ExportToPDF
	CreateFeatureDataset	„Listing data“	ListFiles
	CreateFeatureclass		ListFields
	CopyFeatures		ListFeatureClasses
	MakeFeatureLayer	Objekty arcpy	Extent
	SelectLayerByLocation		Geometry
	SelectLayerByAttribute		Parameter
	FeatureToPoint	Funkce arcpy	SetProgressor
	AddGeometryAttributes		SetProgressorPosition
	MultipartToSinglepart		AddMessage
	Dissolve		Describe
	AddField		Exists
	CalculateField		ExecuteError
	Delete		
	CreateFolder		

## PŘÍLOHA 2 PŘEHLED POUŽITÝCH VESTAVĚNÝCH FUNKCÍ PYTHON

Balík nástrojů, modul	Funkce, objekt	Balík nástrojů, modul	Funkce, objekt
Základní funkce Python	range	xlwt	Workbook
	enumerate		Formula
	print		Utils
	round		easyxf
	reversed	time	sleep
	len	math	ceil
textwrap	fill		

## **PŘÍLOHA 3 CD S DIGITÁLNÍ VERZÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**